El pepino dulce y su cultivo

ISSN 1014-1227

ESTUDIO FAO PRODUCCION Y PROTECCION VEGETAL

136



Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación



ESTUDIO FAO
PRODUCCION
Y PROTECCION
VEGETAL

136

El pepino dulce y su cultivo

por
Fernando Nuez Viñals
y
Juan José Ruiz Martínez

Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación



Roma, 1996

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

M-11
ISBN 92-5-303805-5

Indice


This One
6A6L-9UC-X7G8

1. Origen e importancia

INTRODUCCION

El pepino dulce (*Solanum muricatum* Ait.) se cultiva por su fruto, que es jugoso y visualmente atractivo. Existen variedades con muy buenas características aromáticas que se utilizan como fruta fresca, mientras que los frutos de otras variedades se consumen normalmente como ensalada. La forma de uso puede variar también en función del estado de madurez del fruto.

Originario de la región andina, el pepino dulce era un cultivo importante y ampliamente extendido en aquel área en el momento de la llegada de los españoles, como se observa en las numerosas representaciones de su fruto en cerámica precolombina (Figuras 1 y 2) y en las descripciones de todos los primeros cronistas españoles que visitaron la zona. Cultivos como el tomate y la patata consiguieron superar la desconfianza de los europeos hacia estas plantas, debido a su pertenencia a la familia de las solanáceas, y se extendieron por todo el mundo, aunque para ello tuvieron que transcurrir muchos años. No ocurrió lo mismo con el pepino dulce, el cual continuó siendo cultivado de una forma más o menos marginal en su región de origen. Por una razón u otra, y a parte de efímeros intentos de introducción en otras áreas geográficas, permaneció prácticamente desconocido en el resto del mundo hasta fechas muy recientes. En la actualidad, en países de la región andina como Perú, Ecuador, Bolivia y Colombia, el pepino dulce se encuentra cultivado en pequeñas parcelas en altitudes que van desde zonas costeras hasta valles situados a 3 000 m de altitud. En estos países existe todavía una extraordinaria variedad de cultivares, pero muchos de ellos están desapareciendo en los últimos años a un ritmo muy rápido.

En Chile se cultivan de una forma más o menos comercial más de 500 ha, habiéndose producido en los últimos años un aumento espectacular en la superficie cultivada y en las exportaciones. El cultivo de esta fruta ha

despertado también recientemente un gran interés en Nueva Zelandia, Australia, Israel, los Países Bajos, España, y otros países de Europa. Como resultado de este interés, se ha generado una considerable cantidad de información técnica y científica. Sin embargo, la literatura existente sobre el pepino dulce se encuentra muy dispersa, y en publicaciones no siempre accesibles, como hojas informativas de los servicios agrícolas de distintos países o artículos en revistas agrícolas locales. Se pretende aquí realizar una síntesis de los conocimientos actualmente disponibles sobre el pepino dulce, con la esperanza de que pueda contribuir a resolver algunos de los problemas que aparecen en su cultivo, favoreciendo su expansión y rentabilidad, así como llamar la atención sobre la muy lamentable pérdida de diversidad genética que se está produciendo actualmente en esta especie en los países andinos, justo cuando empieza a ser conocida en el resto del mundo. Asimismo, se espera que esta síntesis pueda ser de interés para el especialista técnico, tanto a un nivel científico como para ayudar a la transferencia de tecnología al agricultor.

POSICION TAXONOMICA[1]

El pepino dulce pertenece a la familia de las solanáceas, y al género *Solanum*. Dentro de este género se encuadran importantes cultivos como la patata o la berenjena, y muchos otros menos conocidos como el lulo o naranjilla (*Solanum quitoense*). Dentro del género *Solanum*, el pepino dulce pertenece al subgénero *Potatoe*, a la sección *Basarthrum*, y a la serie *Muricata*, de la cual es el único miembro. En la sección *Basarthrum* se pueden distinguir dos subgrupos de especies (93): un grupo con frutos normalmente rojos, pequeños y con pocas semillas, posiblemente dispersadas por pájaros, y otro grupo, al que pertenecería el pepino dulce, con frutos algo más grandes, verdes y con muchas semillas, cuya dispersión se llevaría a cabo por gravedad o a través de pequeños mamíferos.

En realidad, desde el punto de vista evolutivo, el pepino dulce está

[1] Los autores quieren agradecer la colaboración de Jaime Prohens en la redacción de la presente sección y de las secciones «Domesticación», «El pepino dulce en la América precolombina» y «Difusión».

estrechamente relacionado con el tomate y la patata (80, 129), habiéndose afirmado (80) que estos tres cultivos y sus especies relacionadas forman un grupo monofilético muy bien definido, que podría formar un género aparte. De hecho, en la taxonomía actual se separan por pequeñas características morfológicas. Los tomates se distinguen de las patatas y del pepino dulce por el tipo de dehiscencia de sus anteras, y las patatas se diferencian del pepino dulce por la articulación del pedicelo floral y el tipo de pelos. Resulta indicativo el hecho de que se hayan obtenido híbridos somáticos entre el pepino dulce y el tomate, los cuales han llegado a florecer y a cuajar frutos (121).

El nombre científico por el que se conoce al pepino dulce, *Solanum muricatum*, le fue dado en 1789 por William Aiton, del Real Jardín Botánico de Kew, en Londres (2). Sin embargo, ya a principios del siglo XVIII, el padre Feuillée le había dado el nombre de *Melongena laurifolia* (124), probablemente debido al parecido externo de los frutos de algunos cultivares de pepino dulce con las berenjenas. También previamente a Aiton, los españoles Ruiz y Pavón, en el curso de su expedición botánica a los reinos de Perú y Chile (1777-1788) dieron al pepino dulce el nombre de *Solanum variegatum*, en referencia al veteado del fruto, si bien no publicaron su obra *Flora peruviana et chilensis* hasta el año 1799 (112).

La descripción citada por Aiton (2) es la siguiente: «*Solanum caule subinermi suffruticoso radicante, turionibus muricatis, foliis oblongo-lanceolatis integris pubescentibus*» (Solanum de tallo subinerme, subfruticoso y radicante, con turiones muricados y hojas oblongo-lanceoladas íntegramente pubescentes). El nombre específico que Aiton dio al pepino dulce, *muricatum* (con protuberancias cortas y duras), ha creado alguna confusión, y tal y como refieren Schultes y Romero-Castañeda (124), algunas fuentes indican que la planta podría tener espinas (17, 124). Se piensa, sin embargo, que el término «muricado» no hace referencia a la presencia de espinas, sino al aspecto que presentan los tallos de pepino dulce cuando se encuentran en condiciones de alta humedad. En estas condiciones desarrollan con gran facilidad raíces adventicias (Figura 3), y el desarrollo inicial de estas raíces puede conferir al tallo un aspecto engañoso (Figura 4).

Otro nombre que se le dio al pepino dulce por parte de algunos horticul-

tores norteamericanos es el de *Solanum guatemalense* (12, 144), probablemente debido a que la primera introducción llevada a cabo a finales del siglo pasado en Estados Unidos fue realizada a partir de material procedente de Guatemala.

Etimología

A la llegada de los españoles a las zonas donde se encontraba cultivado, el pepino dulce recibía en lengua quechua el nombre de *cachum* y en lengua aymará *cachuma* (35). El nombre *cachuma* que se le da en aymará, lengua de los pueblos de la hoya del lago Titicaca y la meseta boliviana, parece haber sido tomado del quechua *cachum* (79). En aymará la mayoría de las palabras acaban en vocal, de forma que el término *cachuma* se habría formado simplemente por la adición de una vocal a la palabra quechua *cachum*. Debido a la dificultad de pronunciación de esta palabra en castellano y al hecho de que los españoles solían utilizar nombres de plantas del Viejo Mundo para designar las plantas desconocidas del Nuevo Mundo, le dieron el nombre de *pepino*, el cual designa al *Cucumis sativus* L., Cucurbitaceae. En la actualidad, en castellano normalmente se utiliza la palabra *pepino* seguida de un modificador para distinguirlo del *C. sativus*. El más común es *dulce*, haciendo referencia a que es más dulce que el *C. sativus*. Sin embargo, existen otros muchos modificadores (pepino de fruta, morado, amarillo, blanco, de agua, mango, de la tierra...). El nombre pepino, sin modificador, aún es usado en muchas zonas andinas para referirse a *S. muricatum* (67, 100, 104).

En algunos valles del Perú central se le conoce con el nombre de *mataserrano*. Este nombre se le dio en la época de la Colonia por la falsa creencia de que su consumo excesivo podía provocar la muerte (102, 121). En las islas Canarias también se le llama *peramelón*; en Cuba, *melón pera* y *huevo de gato* (50) y en Costa Rica, *manguena*.

En inglés, el nombre por el que se le conoce es el de *pepino*, el cual ha sido adoptado directamente del español. Sin embargo, otro nombre frecuentemente usado en inglés para designar a *S. muricatum* es el de *melon pear*. Este nombre se lo dio Gustav Eisen a finales del siglo pasado intentando buscar un nombre inglés más apropiado que el de *pepino* para esta fruta, aunque

parece ser que el nombre inicial que sugirió era el de *melon shrub*. El propio Eisen confiesa que «debido a la equivocación o al acierto de un empleado de una imprenta, el nombre original de *melon shrub* fue cambiado por el de *melon pear*» (12), habiendo prevalecido este último nombre. Otros nombres por los que se conoce en inglés son *pear melon*, *Peruvian pepino*, *tree melon*, *sweet cucumber* y *mellowfruit* (52, 121). Otro nombre recientemente sugerido para evitar la confusión del pepino dulce con los pepinos y melones, ha sido el de *kachano*, que es un derivativo aymará (97).

En francés se le conoce con los nombres de *melon poire*, *pepino* y *poire-melon* (54, 105); en italiano, *pera-melone* y *pepino* (40); en portugués, *pepino doce*, *pera melão* y *tomateiro francés* (76); en holandés, *peermeloen*, *pepino*, *appelmeloen* y *meloen peer* (76, 137); en alemán, *Melonbirne* y *Pepino*; en danés, *pepino* y *melonpaere*; en chino, *xiang gua quie* y en japonés, *pepiino* (76).

ESPECIES RELACIONADAS Y ANCESTROS

La sección *Basarthrum*, a la que pertenece el pepino dulce, está compuesta por 22 especies, de las cuales *S. muricatum* es la única realmente cultivada, aunque los frutos de algunas de las otras especies se recogen y consumen de forma ocasional. Todavía no se ha establecido de forma segura la especie (o especies) ancestro del pepino dulce, aunque se han realizado bastantes estudios sobre las relaciones evolutivas de algunas de las especies que forman parte de esta sección y que podrían estar involucradas en el origen del pepino dulce, basándose en la morfología de la planta, relaciones de cruzabilidad, morfología del polen, flavonoides foliares, cromosomas meióticos y mitóticos, serología de proteínas de la semilla, análisis del DNA cloroplástico y DNA mitocondrial, etc. (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 19, 20, 64, 66, 80, 93, 127, 143).

El pepino dulce no se conoce en estado silvestre (6), y es el único miembro de la serie *Muricata*. Sin embargo, *Solanum muricatum* está estrechamente relacionado con un grupo de especies silvestres pertenecientes a la serie *Caripensa*. Entre los miembros de esta serie, las especies que se han considerado como más probablemente involucradas en el origen del pepino dulce son *S. caripense* Humb. & Bonpl. *ex* Dunal, *S. tabanoense* Correll,

S. basendopogon Bitter (6) y *Solanum cochoae* G.J. Anderson & Bernardello. Las cuatro especies citadas, las únicas que han sido cruzadas con éxito con el pepino dulce hasta el momento, se describen a continuación.

S. caripense **Humb. & Bonpl. *ex* Dunal.** Aunque no puede considerarse *S. caripense* como una adventicia en sentido estricto, crece cerca de asentamientos humanos, y en Ecuador y Colombia sus frutos se recolectan para su consumo (38, 64, 65) (Figura 5). Es la especie que globalmente presenta menos diferencias de cariotipo con *S. muricatum* (19), con el cual cruza dando híbridos con meiosis regular y fértiles (6, 64, 95). Es una especie compleja con una distribución amplia, alguna de cuyas formas son compactas y con tendencia a producir ramas verticales, aproximándose a la morfología de *S. muricatum* (66).

S. tabanoense **Correll.** Brücher (24) ha sugerido la posibilidad de que haya especies silvestres todavía sin descubrir dentro de la serie *Muricata*, entre las que se pudiera encontrar una posible especie ancestral del pepino dulce. Sin embargo, dentro de las de la serie *Caripensa*, propone a *S. tabanoense* (22, 23, 24) como ancestro de *S. muricatum*. Tiene un fruto más grande que el de *S. caripense* y más parecido al del pepino dulce. Sin embargo, aunque también cruza con *S. muricatum*, da híbridos de menor fertilidad. Además, es una planta de hábito rastrero y trepador y tiene una corola estrellada (no rotada como *S. muricatum* y *S. caripense*), encontrándose sólo en algunas localidades de Colombia y Ecuador, en una gama de altitudes alta (2 600 a 3 500 m) comparado con el del pepino dulce (65). *S. tabanoense* y *S. caripense* cruzan bien dando híbridos con fertilidad relativamente alta (6). *S tabanoense* ha sido considerado (38, 64) como una posible fuente de variación en el pepino dulce.

S. basendopogon **Bitter.** Es otra especie recientemente considerada (6) como posible ancestro del pepino dulce. Al cruzarlo con *S. muricatum*, Anderson (5) obtuvo frutos, pero la semilla no fue viable. Sin embargo, algunas plantas robustas de *S. basendopogon* presentan gran similitud con el pepino dulce en hábito y en morfología de la hoja, y tiene inflorescencias

ramificadas como algunos individuos de pepino dulce. *S. basendopogon* y *S. caripense* cruzan bien dando híbridos con alta fertilidad.

***Solanum cochoae* G.J. Anderson & Bernardello.** Esta nueva especie descrita por Anderson y Bernardello (7) en 1991, también perteneciente a la serie *Caripensa*, viene a sumarse a la lista de posibles ancestros del pepino dulce. En cruces con el pepino dulce, sólo un 10 por ciento tuvieron éxito, se obtuvieron pocas semillas y también muy pocas de éstas germinaron. Sin embargo, los híbridos resultantes demostraron una fertilidad del polen muy alta. Según información citada en Anderson y Bernardello (7), procedente de Carlos Ochoa, en cuyo honor se dio nombre a la especie, esta planta colectada en el Perú recibe el nombre local de *pepinillo* y tiene unos frutos comestibles de 2-3 cm de largo, amarillos en la madurez.

El pepino dulce podría haber existido antiguamente en estado silvestre y estar representado hoy en día sólo por las formas cultivadas. Sin embargo, en el caso de que sus ancestros todavía persistan, y en el estado actual de conocimiento, *S. caripense* aparece como el ancestro más probable, ya que los análisis de DNA cloroplástico y mitocondrial recientemente realizados en pepino dulce sugieren orígenes independientes para algunos cultivares, y la amplia distribución de *S. caripense*, desde Costa Rica hasta el Perú, apoyaría esta idea (9). No obstante, es también posible que *S. basendopogon*, *S. tabanoense*, o incluso otras especies como *S. cochoae*, recientemente descrita, hayan contribuido a la formación de *S. muricatum*.

DOMESTICACION

No se conoce con exactitud el lugar donde se llevó a cabo el proceso de domesticación del pepino dulce. Aunque algunos autores han tratado de precisar el lugar [Colombia según Bukasov (1930), Perú según Towle (1961) y Ecuador para Schultes y Romero-Castañeda (1962)], parece claro que hay que hablar de la región andina desde el sur de Colombia hasta el sur del Perú como lugar donde se domesticó originalmente este cultivo (6). Una de las metodologías utilizadas en la determinación del área de domesticación de un cultivo se basa en la distribución del ancestro silvestre del que procede. En este sentido, si los ancestros del pepino dulce fueran

S. tabanoense o *S. basendopogon*, y suponiendo que la distribución de estas especies fuese la misma hoy en día que hace varios miles de años, el área podría delimitarse estrechamente. Por el contrario, si el ancestro fuese *S. caripense*, esta delimitación sería imposible, ya que esta especie presenta una distribución muy amplia (4, 5, 67)

Parece haber acuerdo entre los distintos autores sobre la antigüedad del cultivo del pepino dulce (25, 67, 93). Varios hechos parecen apoyar esta idea:

- No se encuentra en estado silvestre, lo cual hace pensar que o bien la especie silvestre se habría extinguido, o bien el cultivo se ha diferenciado mucho de la especie a partir de la cual se domesticó. Tanto un proceso como otro requieren un largo tiempo.
- Existe, y existía ya cuando llegaron los españoles, una enorme diversidad de cultivares. Esta variabilidad también suele ir asociada a un considerable período bajo cultivo.

Como es lógico, debido a la naturaleza suculenta del fruto de pepino dulce y al pequeño tamaño de sus semillas, frecuentemente ausentes en algunos cultivares, no se han encontrado restos de pepino dulce en los yacimientos arqueológicos (135). Sin embargo, en la zona costera del Perú son abundantes las representaciones cerámicas de este fruto encontradas en excavaciones arqueológicas. Estas incluyen representaciones ornamentales usadas frecuentemente en ceremonias de origen paracas, c. 500 a.C. (138). El fruto también se encuentra representado en vasijas del período salinar (c. 500 a.C.) en la Costa norte, en numerosos objetos de cerámica mochica (22, 135) (Figura 2). Asimismo, Vargas (138) lo ha identificado también en las piedras «conopas» en Quillabamba (Convención, Cuzco). Estas conopas imitaban productos cultivados, y se acostumbraba situarlas en los campos donde éstos se cultivaban, para que la cosecha fuese abundante. Esta parece ser una costumbre exclusivamente andina, ya que este tipo de amuletos es raro en las culturas de la Costa (138).

EL PEPINO DULCE EN LA AMERICA PRECOLOMBINA

Ya se ha mencionado la frecuente representación del fruto de pepino dulce en la cerámica precolombina. Su distribución a la llegada de los españoles

parece confinada al imperio inca. El pepino dulce fue un fruto muy estimado en todo el reino del Perú (51) y el cultivo de esta planta debió ser muy importante entre los incas y tener una amplia difusión (121), ya que todos los primeros cronistas que describen el reino del Perú mencionan el pepino dulce y le dedican un amplio tratamiento. La importancia de esta planta queda patente en las descripciones realizadas y en la extensión que le dedican. Se describe ampliamente la presencia del cultivo en los valles de la costa del Perú y en el actual Ecuador. Los cronistas en muchas ocasiones se muestran sorprendidos por esta planta y describen la variabilidad de formas y colores, su agradable sabor y lo saludable que es, encontrándola muy superior a los pepinos de Castilla (Acosta, 1590; Cieza de León, 1550; Cobo, 1653; Fernández de Oviedo, 1549; Pizarro, 1572; Vázquez de Espinosa, 1629). El pepino dulce es la planta a la que el cronista Pizarro dedica más espacio en el capítulo «De las fructas que ay en el Reino del Pirú» (Pizarro, 1572).

Cieza de León (1518-1554) relata la siguiente tradición sobre el inca Huayna Capac:

«Y dicen dél que yendo por el hermoso valle de Chayanta, cerca de Chimo, que es donde agora está la ciudad de Trujillo, estaba un indio viejo en una sementera, y como oyó que pasaba el rey por allí cerca, que cogió tres o cuatro pepinos que con su tierra y todo se los llevó y le dijo: *Ancha Atunapu micucampa*; que quiere decir: "Muy gran Señor, come tú esto". Y que delante de los señores y más gente, tomó los pepinos y comiendo de uno de ellos dijo delante de todos, por agradar al viejo *Xuyllny, mizqui cay*; que en nuestra lengua quiere decir "En verdad que es muy dulce esto". De que todos recibieron grandísimo placer.»

Hablando del valle de Chincha, Cieza de León refiere lo siguiente:

«Este valle es uno de los mayores de todo el Perú, y es cosa hermosa de ver sus arboledas y acequias y cuántas frutas hay por todo él, y cuán sabrosos y olorosos pepinos, no de la naturaleza de los de España, aunque en el talle les parecen algo, porque los de acá son amarillos quitándoles la cáscara, y tan gustosos que cierto ha menester comer muchos un hombre para quedar satisfecho.»

José de Acosta (1539-1600) escribió esta bella e informativa descripción sobre el pepino dulce:

«Tampoco los que llaman pepinos son árboles, sino hortaliza, que en un año hace su curso. Pusieronles este nombre, porque algunos de ellos ó los más tienen el largo y el redondo semejante á pepino de España, mas en todo lo demás difieren, porque el color no es verde, sino morado, ó amarillo, ó blanco, y no son espinosos, ni escabrosos, sino muy lisos, y el gusto tienen diferentísimo, y de mucha ventaja, porque tienen también estos un agrete dulce muy sabroso, quando son de buena sazon, aunque no tan agudo como la piña: Son muy jugosos, y frescos, y faciles de digestion: para refrescar en tiempo de calor son buenos: mondase la cascara, que es blanda, y todo lo demás es carne: danse en tierras templadas, y quieren regadío; y aunque por la figura los llaman pepinos, muchos de ellos hay redondos del todo, y otros de diferente hechura, de modo, que ni aun la figura no tienen de pepinos.»

Todo este cúmulo de descripciones hace patente la importancia de su cultivo en los territorios actualmente correspondientes a Ecuador y Perú en el momento de la llegada de los españoles.

Si el pepino dulce se encontraba en otros territorios bajo el dominio incaico es dudoso, aunque es muy probable que se encontrase en la actual Bolivia y en la región de Tucumán, donde probablemente fue introducido. Pruebas etimológicas confirmarían esto, ya que el nombre aymará *cachuma* parece haber sido tomado del quechua *cachum*. También parece probable que fuese cultivado en el actual norte de Chile, aunque habría sido introducido en fechas relativamente tardías, probablemente por los incas (79). La falta de nombre araucano (idioma hablado por las tribus del centro de Chile) para el pepino dulce, hace suponer que no habría llegado a esta región (79).

Por tanto, parece ser que a la llegada de los españoles, el pepino dulce no se había difundido a otros lugares de América, sino que sólo se encontraba dentro de los dominios del imperio inca, o como mucho en territorios limítrofes con él. Los cronistas Acosta (1590) y Vázquez de Espinosa (1629) afirman no haber visto esta planta en Nueva España ni en Honduras, ni en las Islas, sino sólo en el Perú. Por otra parte, aunque Cobo (1653) la vio en el convento de Atrisco, en México, indica que fue llevada hasta allí desde el

Perú. Tampoco existen referencias por parte de los primeros cronistas sobre la presencia de pepinos en Nueva Granada en la época de la Conquista. Cieza de León, que pasó 12 años en Nueva Granada antes de pasar al Perú, no hace referencia a la presencia de este fruto en Nueva Granada, sino sólo en el Perú (Cieza de León, 1550). Patiño (104) apunta que si el pepino hubiese sido cultivado en la cuenca del río Mira (Ponce de León, 1582), límite meridional de los pueblos pastos (pueblos que habitaban en el sur de Colombia, cerca de la actual frontera con el Ecuador), es probable que se hubiese extendido hacia el norte. Sin embargo, no se sabe con certeza si el cultivo en Nueva Granada se dio desde tiempos prehispánicos o sólo a partir de la llegada de los españoles. No obstante, la falta de referencias hace pensar que no se había difundido hasta estas zonas, o en caso de haberse difundido, su importancia era marginal.

DIFUSION

Al ser una planta de tal importancia en los territorios antes citados, y dada la buena impresión que causó a los españoles, cabe pensar que éstos intentasen difundirla. En la primera mitad del siglo XVII, las órdenes religiosas la habrían llevado a México (Cobo, 1653). Probablemente también hubiese sido llevada en una fecha temprana a Nueva Granada y al resto de América Central. A finales del siglo XVII, fray Alonso de Zamora señala la presencia de pepinos de varios tipos en el reino de Nueva Granada, incluyendo entre ellos al dulce (Zamora, 1701). McBryde (91) piensa que su introducción fue relativamente tardía en Guatemala, país donde el pepino dulce es cultivado en algunas zonas, ya que no existen referencias de los cronistas acerca de su cultivo en esa región.

Es probable que el pepino dulce hubiese sido llevado a España en una fecha temprana, aunque no existen referencias de ello. Sin embargo, en caso de haberse llevado, probablemente no se hubiera adaptado y se hubiese abandonado el intento de cultivarlo. Ya José de Acosta, en 1590, indica que la mayor parte de las plantas que habían sido llevadas desde América a España no se habían comportado bien (1).

La primera referencia a la difusión del pepino dulce hacia Europa viene a raíz de la expedición botánica a los reinos de Perú y Chile de Ruiz y Pavón,

que duró desde 1777 hasta 1788. Esta expedición parece haber representado un papel clave en la difusión del pepino dulce, llevándose a cabo varios envíos de pepino dulce a España, aunque algunos de ellos no consiguieron llegar. El primero de ellos se efectuó en 1779 en el barco «El Buen Consejo» en forma de planta viva (Ruiz, 1793). Este envío resultó fallido, perdiéndose las plantas durante la navegación. En 1784 se realizó un nuevo envío, esta vez de semillas, que de nuevo fue fallido. Es de suponer que se enviase más semilla a través de otros correos, ya que la siembra de esta especie figura en los catálogos del Jardín Botánico de Madrid de 1785 (83). Además de los ya citados, se realizaron otros envíos. Uno de ellos, en 1788, fue de semillas para el Jardín Botánico de Tenerife (83). En Canarias, parece ser que el pepino dulce se adaptó con gran facilidad, encontrándose aún cultivado en la actualidad. Fairchild indica que a principios de siglo se cultivaba en las terrazas de Gran Canaria [citado por Schultes y Romero-Castañeda (124)] y Chapot (1955) también confirma su cultivo en la década de 1950.

Por otra parte, se ha señalado su cultivo en Francia en 1785 en los jardines del Rey por el jefe de jardinería André Thouin (1, 133). No se sabe cómo llegó esta planta hasta Francia, pero lo más probable es que procediera de material traído por el botánico Dombey. Este participó a solicitud de la corte de Francia en la expedición botánica de Ruiz y Pavón, realizando varios envíos de material vegetal a Francia. Dombey regresó con su colección en 1784 a bordo del navío «El Peruano», llegando a Cádiz en 1785, y pasó inmediatamente a Francia (Ruiz, 1793). El material vegetal traído por Dombey pasó a Inglaterra, donde fue estudiado durante 15 meses por L'Héritier en los Jardines de Kew. Poco tiempo después, también en Kew, Aiton le dio el nombre científico (*Solanum muricatum*) por el que se le conoce actualmente (Aiton, 1789). Por tanto, parece ser que el nombre científico que prevalece en la actualidad se lo habría dado Aiton a ejemplares procedentes de la expedición de Ruiz y Pavón, los cuales aunque describieron la especie y le dieron nombre anteriormente como *S. variegatum*, lo publicaron en 1799 en su *Flora peruviana et chilensis* (Ruiz y Pavón, 1799). La lámina de *S. variegatum* que figura en esta obra de Ruiz y Pavón debe de ser anterior a 1788 ya que viene firmada por los dibujantes Gálvez y Brunete. Este último murió en el transcurso de la expedición (Ruiz, 1793).

Las siguientes referencias que se tienen son ya de finales del siglo XIX, época en la que parece existir un «redescubrimiento» del pepino (12, 133).

En 1885, se ha constatado que Pailleux y Bois, consiguieron con éxito su cultivo al aire libre en los alrededores de París (133).

En 1887, el pepino dulce fue introducido en Rusia por Immer (26), cultivándose en San Petersburgo como planta de invernadero. De ahí se difundió entre los aficionados de otros muchos lugares de Rusia, llegando hasta el Cáucaso (26, 133). Sin embargo, su cultivo desapareció con la primera guerra mundial, hasta que volvió a ser introducida a partir de semilla procedente del Perú y otros países de América meridional por el Instituto Panunionista para realizar ensayos en la estación experimental del Instituto Slousk, en el distrito de Leningrado y en la filial de Soukhoum. En Soukhoum, en 1932, mediante selección se obtuvieron dos clones de alto valor económico (133).

A principios del siglo XX, este fruto también se veía en los mercados ingleses (13), procedente probablemente de producción local.

En Italia se realizaron experiencias sobre su cultivo a principios de siglo (16, 96). En la década de 1950 se señalan algunas experiencias más llevadas a cabo en este país (30).

En los Estados Unidos, el pepino dulce es introducido en 1882 desde Guatemala por Eisen (12). Su cultivo tuvo éxito en California y en Florida, aunque en los estados del Norte se presentaron dificultades en el cuajado de los frutos (124). A principios del siglo XX, el pepino dulce era cultivado en muchos lugares protegidos del estado de California, y algunos frutos alcanzaban el mercado (144). En 1922 se realizaron nuevas introducciones de semilla en los Estados Unidos. El pepino dulce también fue llevado a Hawaii, aunque Neal indica en 1948 que su cultivo no funcionaba demasiado bien (124).

En 1918, el pepino dulce fue introducido en Cuba por la Estación Experimental Agrícola a partir de material procedente de Canarias (50).

En Nueva Zelandia, parece ser que ya se encontraba en el jardín de Allison en 1906 (40), y en los años treinta era cultivado por el viverista Hayward R. Wright (famoso por el kiwi Hayward), apareciendo en algunos catálogos comerciales (94). En 1942 el Departamento de Investigación Científica e

Industrial (DSIR) realizó algunos ensayos con material clonal obtenido de un vivero local, procedente posiblemente de California . Estos ensayos no tuvieron éxito, pero posteriormente (en 1973) el DSIR llevó a cabo introducciones de material vegetal procedente de Ecuador y Chile. A partir de esta última fecha se han realizado más introducciones en Nueva Zelandia (42).

En 1952 fue llevado a Marruecos, donde se llevó a cabo una plantación comercial en el sur del país, efectuándose envíos de frutos a los mercados de la ciudad de Agadir y a Francia e Inglaterra (31). En fechas más recientes, el pepino dulce se ha difundido a otros muchos lugares del mundo.

VALOR NUTRITIVO

El pepino dulce es un fruto jugoso de sabor fresco y agradable, y algunos cultivares son muy aromáticos. A continuación se presentan algunos análisis correspondientes a frutos de pepino dulce procedente de distintas áreas productivas.

CUADRO 1

Componentes del pepino dulce del Perú (43)

Componentes	Valores por 100 g de materia comestible
Calorías	26,00
Agua (g)	92,30
Proteínas (g)	0,30
Carbohidratos (g)	7,00
Fibra (g)	0,50
Cenizas (g)	0,40
Ca (mg)	30,00
P (mg)	10,00
Fe (mg)	0,30
Vitamina A (U.I.)	317,00
Vitamina B_1 (mg)	0,04
Vitamina B_2 (mg)	0,05
Niacina (mg)	0,58
Vitamina C (mg)	29,70

CUADRO 2

Composición química del fruto del pepino dulce de Chile (21)

Componentes	Contenido
Calorías/100 g	25,0
Humedad	92,4%
Proteínas (N × 6,25)	0,4%
Lípidos	0,1%
Glúcidos	6,3%
Fibra cruda	0,5%
Cenizas	0,1%
K (mg/100 g de fruto)	117,0
Ca (mg/100 g)	21,0
P (mg/100 g)	13,0
Na (mg/100 g)	1,0
Retinol	20,0
Acido ascórbico (mg/100 g)	26,0
Niacina (mg/100 g)	0,6
Tiamina (mg/100 g)	0,09
Riboflavina (mg/100 g)	0,04
Porción no comestible (%)	12,0

En los Cuadros 3 y 4 se presentan los valores obtenidos por Redgwell y Turner (110), para el cultivar El Camino, el más ampliamente cultivado en Nueva Zelandia.

En el Cuadro 3 se observa que los valores para azúcares totales determinados por métodos analíticos (g.l.c.) están entre 4,9 y 6,4, mientras que los valores medios de Brix para las mismas muestras estuvieron entre 7,8 y 9,6 (29), por lo que los valores de sólidos solubles estimados mediante refractómetro deben ser usados con precaución a la hora de estimar los niveles de azúcares en pepino dulce. De hecho, sobre la base de la experiencia, los autores de este estudio piensan que las mediciones de Brix realizadas con refractómetro pueden ser en ocasiones adecuadas (véase la sección «Indices

CUADRO 3

Rango de concentraciones de componentes en el pericarpio de frutos maduros de pepino dulce (110)

Componentes	Valores por 100 g
Peso seco (g)	6,8-8,2
Proteína (g)	0,10-0,13
Lípidos y pigmentos (mg)	24,6-44,4
Azúcares solubles (g)	4,9-6,4
Almidón (mg)	20,0-90,0
Celulosa (mg)	154-220
Hemicelulosa (mg)	40,1-53,6
Pectina (mg)	26,7-34,5
Vitamina C (mg)	46,0-68,8
Ácidos orgánicos no volátiles(mg)	119-153
Aminoácidos libres (mg)	52-70
N (mg)	23-30
P (mg)	10,7-12,3
K (mg)	115-123
S (mg)	3,0-4,0
Ca (mg)	2,3-3,0
Mg (mg)	5,3-6-1
Na (mg)	0,76-2,30
Fe (mg)	0,20-0,31
Mn (mg)	0,06-0,07
Zn (mg)	0,02-0,05
Cu (mg)	0,02-0,03
B (mg)	0,03-0,05

de madurez», pág. 109) para estimar el estado de madurez de los frutos dentro de un mismo cultivar, pero su validez para determinar de forma absoluta el grado del dulzor de los frutos de pepino dulce, con independencia del cultivar, resulta más dudosa (113).

CUADRO 4

Contenido en ácidos orgánicos y azúcares en dos zonas del fruto maduro de pepino dulce (110)

Componentes	Valores por 100 g de tejido fresco	
	Pericarpio	Corazón
Fructosa (g)	1,4 + 0,05	1,3 + 0,1
Glucosa (g)	0,9 + 0,02	0,8 + 0,06
Sacarosa (g)	2,6 + 0,32	4,9 + 0,61
Inositol (g)	<0,01	<0,01
Acido málico (mg)	10,1 + 0,23	14,8 + 0,9
Acido cítrico (mg)	124,2 + 7,5	180,0 + 8,3
Acido quínico (mg)	1,4 + 0,1	1,5 + 0,1

El fruto del pepino dulce tiene un alto porcentaje de agua, y un aporte de calorías muy bajo. Las concentraciones de proteína, fibra y minerales no son nutricionalmente significativas, con la excepción del contenido en potasio, que se encuentra a niveles no demasiado altos (en torno a los 120 mg/100 g). El contenido en nitrógeno total es excepcionalmente bajo, comparado con la gran mayoría de las frutas.

El contenido en vitamina C de los frutos de pepino dulce es muy alto. Por ejemplo, para el cultivar El Camino (46,0-68,8 mg/100 g), cultivado en Nueva Zelandia, se sitúa por encima de los niveles que se encuentran en la mayoría de los frutos, incluyendo a los cítricos. Sin embargo, se constata que en los análisis realizados en Chile y Perú, los contenidos en vitamina C son menores, aunque siguen siendo altos (26,0, 29,7 mg/100 g). En Israel, en clones de pepino dulce obtenidos por selección a partir de semilla, se citan valores en torno a los 40-50 mg/100 g de vitamina C (107). En experiencias de los autores en España se ha observado que el contenido en vitamina C de los frutos de pepino dulce es muy variable, dependiendo más de la forma de cultivo y de las condiciones ambientales que del genotipo, encontrándose los valores en un rango que va desde 20 mg/100 g hasta más de 75 mg/100 g (Prohens *et al.*, datos no publicados).

Aroma

En un análisis de aromas realizado en tres cultivares de pepino dulce de Nueva Zelandia (128), se señala que El Camino, el cultivar más conocido tanto en Japón como en Nueva Zelandia, tiene un aroma verde, fresco, dulce y agradable, que recuerda el melón y el mango. En este cultivar se identificaron un mayor número de constituyentes del aroma que en los otros dos, Kawi y Suma. Los compuestos que constituyeron el mayor porcentaje de volátiles fueron los acetatos de los alcoholes 3-metil-2-buten-1-ol y 3-metil-3-buten-1-ol, junto con acetatos de hexilo, butilo y propilo. Otro componente detectado en los volátiles de El Camino fue el 2-metil-3-buten-2-ol, el cual podría contribuir al parecido al aroma del mango. Entre los ésteres importantes para el aroma, se destacan los del ácido 3-metil-2-butenoico. En los cultivares Kawi y Suma se encontró el aldehído (E)-2-nonenal, que no fue detectado en El Camino y que parece estar relacionado con el aroma a pepino (*Cucumis sativus*).

USOS E IMPORTANCIA ECONOMICA

Algunos cultivares de pepino dulce son muy aromáticos y muy adecuados para la utilización de sus frutos maduros como postre o fruta. Sin embargo, otros cultivares han sido seleccionados para un uso más parecido al del pepino (*Cucumis sativus*), es decir, como ensalada o como un fruto refrescante. Esta diferenciación de usos y de cultivares es probablemente muy antigua y fue con toda seguridad llevada a cabo por los primeros mejoradores del pepino dulce, los pueblos indígenas que habitaban los territorios de la zona andina, desde el sur de Colombia hasta el sur del Perú. Ya Bukasov (26) señaló que las variedades de pepino dulce están fuertemente diferenciadas por el sabor, y que las variedades «colombianas» tienen muy poco dulzor y aroma, mientras que las «peruvianas» tienen un espléndido sabor. Es importante considerar que las variedades aromáticas pueden tener un doble uso, ya que pueden utilizarse para ensalada cuando el fruto no está completamente maduro. A este tipo de uso, como un fruto refrescante e hidratante es al que parece referirse Sánchez Vega (121) cuando señala la costumbre de los pastores de los valles de Virú y Moche (Costa norte del Perú) de llevar pepinos en la alforja para consumirlos durante las caminatas por el desierto.

Asimismo, cultivares seleccionados para este uso son los que se han impuesto en las plantaciones de tipo más comercial en el Ecuador, a pesar de la gran diversidad genética existente en ese país (100).

Sin embargo, aunque la ambivalencia de usos se mantiene en la zona andina antes citada, la expansión del cultivo del pepino dulce a otras áreas (Chile, Nueva Zelandia, Australia...) se ha realizado pensando fundamentalmente en su consumo como fruta aromática fresca, o para la preparación de macedonias u otros postres elaborados. Así, por ejemplo, en Chile una de las formas de preparación es cortándolo en rodajas y espolvoréandolo con azúcar. También se ha utilizado en sopas y salsas y acompañando a marisco, carne y pescado (97). Kranz (77) ha descrito recetas atractivas en las que entra a formar parte el pepino dulce. Con el fruto del pepino dulce también se pueden elaborar helados, confitura y mermeladas, así como conservas en almíbar enlatadas o embotelladas, e incluso confitarse (54, 89, 92, 94). Los primeros intentos realizados en Chile para elaborar zumos no fueron alentadores (21). Sin embargo, se ha señalado su posible consumo mezclado con zumo de agrios (39). Posteriormente, Schwartz y Nuñez (125) constatan la posibilidad de elaborar zumo de pepino dulce pasteurizado de buena calidad y con una larga vida.

En Nueva Zelandia se propone el consumo como *antipasti* o con platos salados (97). Cuando se encuentra aún en un estado más verde, en algunos lugares, también se consume cocido (92).

La morfología de la planta y sus frutos atractivos también han hecho que el pepino sea considerado como planta decorativa (12), apareciendo incluso como planta colgante en catálogos de plantas ornamentales (18).

Por lo que respecta a las propiedades medicinales, las propiedades diuréticas del pepino dulce ya fueron reconocidas por el cronista Vázquez de Espinosa (1629). El cronista Cobo (1653), indica que «el zumo, mezclado con ungüento rosado, aprovecha para el calor de los riñones».

En la actualidad, el pepino dulce únicamente se encuentra cultivado comercialmente en países de la zona andina, Colombia, Ecuador, Bolivia, Perú y Chile, en Nueva Zelandia (44) y en Australia (58). En los países andinos, su cultivo ha estado hasta hace poco tiempo destinado únicamente al consumo local y no existen datos fiables de producción o superficie

cultivada, por lo que es difícil evaluar su importancia económica, pero recientemente se han comenzado a realizar exportaciones a Estados Unidos y Europa (67, 97). En Chile (21), en el Censo Agropecuario de 1955 se señala el cultivo de poco más de 200 ha, y diez años más tarde la superficie había aumentado a 344 ha, pero en el Censo de 1975 se cometió el error de mezclar *Solanum muricatum* y *Cucumis sativus*. Sin embargo, en 1980 se estima una superficie cultivada de unas 500 ha, y en los últimos años (1994-1995) se ha observado un sorprendente aumento de la superficie cultivada debido al incremento de las exportaciones a países como Argentina y Estados Unidos (Sánchez, comunicación personal[2]). En Nueva Zelandia, ya desde un principio fue concebido como un posible cultivo destinado a la exportación, usando para ello los mismos canales comerciales existentes para el kiwi. En la actualidad una gran parte de las exportaciones se destinan al Japón, donde ha tenido un gran éxito (97). En España (37, 119, 126), Italia (40, 141), Israel (107), Estados Unidos (90), Turquía (49), Países Bajos (142), Francia (105) y otros países de Europa (141) y asiáticos como Corea, Japón y China (74, 75, 98), se están llevando a cabo experiencias destinadas a su introducción.

[2] Luis Alfonso Sánchez, ingeniero agrónomo, encargado zonal, Ovalle, Chile.





FIGURAS 1 y 2
Representaciones del fruto del pepino dulce en cerámica de la cultura nazca (*arriba*) y cultura moche (*abajo*). Museo Nacional de Antropología y Arqueología. Lima, Perú.



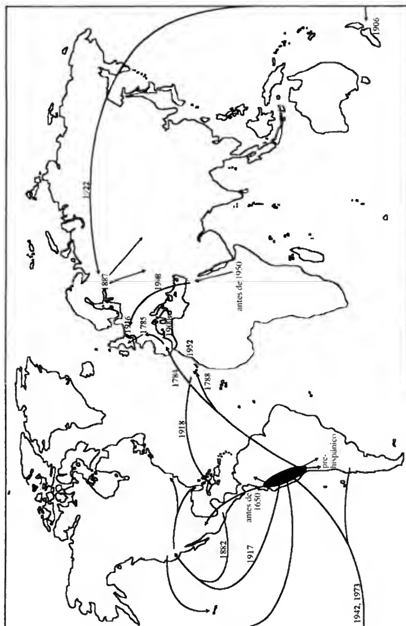
FIGURA 3
Desarrollo de raíces adventicias en tallo de pepino dulce, en condiciones de alta humedad ambiental.



FIGURA 4
Desarrollo inicial de raíces adventicias.



FIGURA 5
Frutos de *Solanum caripense*. (Foto: G.J. Anderson.)



Difusión del pepino dulce.

2. Aspectos morfológicos y fisiológicos de la planta, y bases fisiológicas de la producción

LA PLANTA Y SUS PARTES

La planta de pepino dulce es de tipo arbustivo, alcanzando entre 40 y 80 cm de altura. Se ramifica desde el suelo, desarrollándose de forma rastrera si se la deja crecer libremente.

Tallos y hojas. Los tallos, herbáceos en un principio, se van lignificando con el tiempo hasta adquirir un aspecto leñoso, sobre todo en la base de la planta. En la mayoría de los cultivares son de color verde, con algunas pigmentaciones oscuras en las zonas próximas a los nudos, aunque en algunos cultivares toda la superficie presenta una fuerte pigmentación (Figura 6). La forma del tallo es normalmente redondeada, pero también existen algunos cultivares con tallos de sección prácticamente cuadrangular, con aristas más o menos marcadas, en ocasiones incluso aladas (Figura 7).

Existe también una enorme diversidad entre cultivares en cuanto al tamaño y forma de las hojas (Figura 8); éstas pueden ser simples o compuestas, con un número de folíolos comprendido entre 3 y 7. Según sugieren algunas referencias (20, 23), los cultivares de pepino dulce de hojas compuestas son tipos más primitivos que los de hoja entera. Sin embargo, la situación no parece ser tan sencilla (6). Cuando se obtienen plantas a partir de semilla de autofecundación de clones de pepino dulce, estas plantas pueden aparecer tanto con hojas simples como compuestas, lo que ofrece una idea de la gran heterocigosis que es posible encontrar en los cultivares de esta especie. Una misma planta puede presentar también ambos tipos de

hoja, siendo la situación más frecuente que al principio de su desarrollo las hojas sean compuestas y posteriormente sean únicamente simples.

En los cultivares de hoja simple, ésta es de forma alargada, más o menos lanceolada, siendo en ocasiones de bordes ligeramente aserrados. Su longitud varía desde unos 10 ó 12 cm hasta más de 30 cm, dependiendo de su posición en la planta y, en gran medida, de las condiciones de suelo y clima en las que se desarrolla la planta.

Sistema radical. El sistema radical del pepino dulce es muy ramificado y bastante superficial (Figura 9). Los tallos, en contacto con el suelo húmedo, emiten raíces con enorme facilidad. La propagación se realiza normalmente de forma vegetativa, mediante pequeños esquejes o estacas, aprovechando esta facilidad de enraizamiento.

Flores. Las flores son hermafroditas, aparecen en racimos pseudoterminales con un número de flores variable normalmente entre 5 y 20 (Figura 10). Estos racimos son normalmente simples, pero dependiendo del genotipo y de las condiciones ambientales, el eje principal de la inflorescencia puede ramificarse y dar lugar a racimos compuestos. Existen genotipos de pepino dulce con más de 40 flores por racimo, pero este mayor número de flores no parece conferir ninguna ventaja productiva, ya que el número de frutos por racimo es normalmente muy bajo. Los pétalos son de color blanco, con vetas moradas que en algunos cultivares llegan a ser prácticamente inexistentes, mientras en otros ocupan toda la corola (Figura 11). La coloración y el tamaño de las flores son muy dependientes de las condiciones ambientales, siendo de mayor tamaño y de colores más brillantes y contrastados cuando las temperaturas son poco elevadas.

Normalmente se presenta una exerción estigmática, es decir, el pistilo sobresale del cono formado por las 5 anteras, aunque éstas no están soldadas entre sí (Figura 12). La dehiscencia de las anteras, como es típico en el género *Solanum*, se produce por poros apicales (Figura 13). La mayor o menor exerción del pistilo es también bastante dependiente de factores ambientales, tales como la luminosidad y la temperatura (véase la sección «Estrés abiótico», pág. 63).

Frutos. El fruto de pepino dulce es una baya, normalmente bicarpelar, con una cavidad central donde se alojan las semillas, cuando éstas están presentes, ya que es bastante frecuente en algunos cultivares la producción de un número variable de frutos partenocárpicos, sin semillas. La forma de la baya es muy variable, hay cultivares con frutos de forma ovoide, que es la más corriente, pero los hay también con frutos acorazonados, o alargados casi cilíndricos, o incluso con formas prácticamente esféricas (véanse las figuras del Capítulo 3, «Tipos varietales»).

En la madurez, el fruto presenta un color de fondo amarillo, y está normalmente surcado por vetas de color púrpura. En algunos cultivares el color de fondo es amarillo claro, casi crema (Figura 14), mientras en otros es amarillo dorado. Igualmente, la superficie ocupada por el veteado es muy variable entre los distintos cultivares, en unos puede llegar a recubrir casi por completo todo el fruto, mientras es casi inexistente en otros. Es un carácter en el que también influyen mucho las condiciones ambientales, fundamentalmente la iluminación y la temperatura. Hay cultivares en los que el veteado es de color verde en lugar de púrpura. También hay diversidad para el color de la carne, pudiendo variar en la madurez desde un amarillo pálido hasta un anaranjado vivo.

Semillas. Las semillas son muy pequeñas; un gramo puede contener de 600 a 900 semillas, las cuales presentan un comportamiento ortodoxo a la conservación en ambientes secos y frescos.

ASPECTOS FISIOLOGICOS

En una especie que sólo recientemente se ha desarrollado como un cultivo de tipo comercial, los estudios básicos sobre aspectos fisiológicos del pepino dulce son más bien escasos y normalmente muy recientes.

Fases del desarrollo reproductivo

Con toda probabilidad, el factor ambiental que más repercusión tiene sobre las distintas fases del desarrollo reproductivo del pepino dulce es la temperatura. En la sección correspondiente a estrés abiótico se estudia la incidencia de las altas temperaturas sobre el desarrollo de la yema floral, la

exerción estigmática, calidad del polen, y otros procesos relacionados con el cuajado de frutos.

A continuación se examinarán sucintamente algunos aspectos del desarrollo reproductivo del pepino dulce, subdividiéndolo de forma artificial en tres fases: iniciación floral, floración, polinización y fructificación.

Iniciación floral

El pepino dulce es un cultivo que se propaga de forma vegetativa, mediante pequeños esquejes. La duración de su fase vegetativa puede variar dependiendo de las condiciones ambientales, fundamentalmente luz y temperatura, pero también puede depender del tipo o tamaño de esqueje utilizado. En ensayos realizados en diferentes épocas del año, empleando esquejes semileñosos de unos 15-20 cm puestos a enraizar durante 15 días en un sustrato poroso (vermiculita) y posteriormente trasplantados a un sistema hidropónico con arena silícea como sustrato inerte, se ha observado que el tiempo desde el trasplante hasta la antesis de las primeras flores puede variar entre 25 y 60 días. En Nueva Zelandia (latitud ≈ 40º Sur), en cultivo de pepino dulce bajo invernadero, Murray *et al.* (95) señalan que fue necesaria iluminación artificial para mantener una floración continua durante los meses de invierno. Sin embargo, en España (latitud ≈ 40 º Norte), todos los genotipos de pepino dulce que fueron ensayados florecen abundantemente en cualquier mes del año bajo condiciones de iluminación natural. Además, el pepino dulce se adapta bien a muy distintas latitudes, por lo que no parece tener requerimientos de un fotoperíodo específico para iniciar su floración.

La temperatura afecta al inicio de floración de una forma muy similar a como actúa en el tomate. Bajo regímenes de temperaturas elevadas, el número de hojas que desarrolla la planta de pepino dulce hasta la aparición del primer racimo floral es mucho mayor que bajo regímenes de temperaturas moderadas o bajas.

Floración

Antesis y dehiscencia de las anteras. La apertura de las flores comienza en la base de las inflorescencias (Figura 10) y continúa de forma secuencial hacia el extremo, con una cadencia que depende de la temperatura ambiente,

pero que normalmente es de unas 2 ó 3 flores al día. En un mismo racimo pueden llegar a encontrarse al mismo tiempo frutitos, flores en antesis y botones florales. La dehiscencia de las anteras, por poros apicales, se produce de forma simultánea con la apertura de la corola. A 25 °C la meiosis de las células madres del polen se observa unos 10-12 días antes de la antesis, cuando las anteras tienen aproximadamente 0,5-1 mm de tamaño. Una flor de pepino dulce puede producir por término medio unos 460 000 granos de polen, y unos 277 óvulos (93).

Polinización. El hecho de que el pistilo normalmente sobresale del cono formado por las anteras (exerción estigmática), los frecuentes fallos en el cuajado de frutos que tienen lugar si el pepino dulce no se cultiva de forma adecuada, junto con la presencia de distintos grados de partenocarpia en algunos cultivares, llevó a algunos autores (23, 64) a sugerir que el pepino dulce era autoincompatible. Sin embargo, hoy en día está claramente establecido que la especie *Solanum muricatum* es autocompatible y autógama (6, 93).

La transferencia del polen desde las anteras hasta el estigma puede ser un factor limitante del cuajado de frutos en cultivo bajo invernadero (27, 116), aunque no lo es en cultivo al aire libre, donde existe suficiente movimiento de la planta. Para obtener un buen cuajado de frutos bajo invernadero es conveniente la realización de tratamientos para favorecer la liberación del polen, como el vibrado mecánico de las inflorescencias o la agitación de las plantas mediante corrientes de aire producidas por máquinas de aplicación de plaguicidas. Se ha intentado la utilización de colmenas de abejas en cultivo bajo invernadero de pepino dulce para favorecer el cuajado (88), pero hay que tener en cuenta que el género *Solanum* ofrece sólo polen como recompensa a los polinizadores, por lo cual las abejas únicamente acudirán a las flores de pepino dulce cuando no tengan otras alternativas. De hecho, en cultivo al aire libre no se han observado abejas ni otros insectos polinizadores visitando las flores de pepino dulce en Nueva Zelandia (95) y en España, y tampoco se han encontrado referencias en la literatura científica procedente de América del Sur en relación con la polinización del pepino dulce. Por otra parte, las flores tienen características tanto de flor de

polinización entomófila como de polinización anemófila. La corola está vivamente coloreada, tiene bastante olor y un estigma pequeño y compacto, lo que sugiere polinización por insectos. Sin embargo, el polen no es pegajoso, y en condiciones de temperatura y humedad óptimas para el desarrollo de la flor, ligeros golpes de viento provocan que el polen sea liberado con facilidad desde las anteras y se disperse.

El estigma de pepino dulce se encuentra ya en estado receptivo 2 ó 3 días antes de producirse la antesis o apertura de la flor. El polen depositado en el estigma germina rápidamente. A 25 °C, 45 minutos después de producirse la polinización ya es posible observar granos de polen germinados y crecimiento inicial del tubo polínico. Estos tubos polínicos alcanzan el final del estilo y penetran en el ovario en un período comprendido entre 24 y 48 horas, dependiendo del cultivar (95) y de la temperatura (Ruiz y Nuez, datos no publicados).

Fructificación

Los pedúnculos de las flores no fecundadas permanecen finos y curvados al mismo tiempo que se marchitan los pétalos, mientras que los pedúnculos de las flores fecundadas se enderezan y engruesan durante la senescencia de la corola (70). A los 10 días de producirse la polinización, los frutitos tienen un tamaño que puede variar entre 2 y 4 cm. El crecimiento del fruto de pepino dulce sigue un típico patrón sigmoidal (98, 123), adquiriendo su tamaño definitivo a los 40-70 días después de la polinización (70, 98, 123). El tiempo medio que transcurre desde la polinización hasta que el fruto está completamente maduro es de unos 70-100 días, pero es también muy variable, dependiendo del cultivar, de las técnicas de cultivo empleadas, de la posición del fruto en la planta e incluso de su posición en el racimo, pero sobre todo, de la temperatura. En cultivo de invierno la maduración del fruto puede llegar a demorar más de 4 meses.

Competencia entre frutos. Competencia entre racimos de la misma guía: Una planta de pepino dulce sin ningún tipo de poda tiene un enorme potencial de producción de frutos, pudiendo producir más de 80 frutos (81). Sin embargo, cuando las plantas de pepino dulce se conducen a guías verticales, podando los brotes laterales, puede producirse competencia entre

racimos de la misma guía. De hecho, autores neozelandeses (94, 95) afirman que en algunos cultivares de pepino dulce el cuajado de los racimos inferiores reduce el de los racimos superiores, hasta que los primeros frutos formados se acercan a la madurez. En experiencias realizadas en España (116) empleando varios genotipos conducidos a tres guías por planta y tres racimos por guía no se ha detectado este efecto de retraso en el cuajado, pero sí se ha observado que el primer racimo es siempre el que más producción ofrece, pudiendo variar entre el 40 por ciento y el 70 por ciento de la producción total de la planta. Esta variabilidad en la intensidad de la competencia entre racimos es claramente un indicador de que es posible mejorar genéticamente el pepino dulce para su adaptación a este tipo de conducción de la planta. Muy probablemente podría llegarse a una uniformidad de producción entre racimos cercana a la obtenida en las variedades de tomate destinadas a este tipo de cultivo (Figura 15).

Competencia entre frutos del mismo racimo: Las inflorescencias de pepino dulce pueden tener más de 20 flores. Si las condiciones ambientales son óptimas para el cuajado, todas las flores pueden llegar a cuajar dando lugar incluso a pequeños frutitos. Posteriormente se produce una regulación de la carga productiva del racimo mediante el aborto de estos pequeños frutitos, que puede tener lugar incluso cuando ya tienen unos 2-3 cm. (Figuras 16 y 17). Este fenómeno fisiológico parece estar relacionado fundamentalmente con relaciones de competencia entre frutos dentro del racimo, más que con competencia entre racimos de la misma guía o competencia a nivel de planta (116).

Partenocarpia

Es necesario nuevamente tener en cuenta que la propagación del pepino dulce se realiza casi exclusivamente de forma vegetativa, y que ha estado bajo la influencia de la selección artificial, hecha por el hombre, durante al menos 100-300 generaciones (93). Como resultado directo o indirecto de esta selección artificial, la producción de frutos sin semillas en pepino dulce es bastante frecuente, habiendo sido ya señalada desde hace bastante tiempo (12, 96). Algunos autores incluso describen los frutos de *Solanum muricatum* como normalmente sin semillas (109, 38). Sin embargo, en general

existe una gran variabilidad, tanto genética como ambiental, para el carácter partenocárpico de los cultivares de pepino dulce. Hay algunos cultivares que prácticamente siempre producen todos sus frutos con semillas (desde 10 semillas/fruto hasta más de 300), pero que en unas condiciones ambientales particulares pueden dar frutos sin semillas, con características de forma, tamaño y calidad exactamente iguales a las de los frutos con semilla (113). Por otra parte, hay cultivares que normalmente producen un cierto porcentaje de sus frutos sin semillas. Así, la mayor parte de los cultivares neozelandeses presentan un alto grado de producción de frutos sin semillas (60), si bien los cultivares El Camino (el más cultivado en Nueva Zelandia) y Suma requieren de una adecuada polinización para obtener buenas cosechas (95). En experiencias realizadas en Israel (108) se obtuvieron porcentajes de frutos sin semillas variables entre el 100 por ciento y el 55 por ciento para tres selecciones de pepino dulce. Los porcentajes de frutos sin semillas son, en efecto, muy variables en función de las condiciones ambientales, ya que la presencia o no de semillas, independientemente de la capacidad de cuajado partenocárpico de frutos, depende de que se produzca una polinización adecuada, lo cual constituye un proceso complejo que puede resultar afectado en distintas etapas por las condiciones ambientales.

El cuajado partenocárpico se evidencia en ocasiones por un hinchamiento del ovario previo a la antesis de la flor (Figura 18).

La expresión de la capacidad de cuajado y desarrollo de frutos sin semillas puede ser incompleta. En las experiencias realizadas en Israel, los frutos con semillas fueron entre un 60 y un 300 por ciento más pesados que los partenocárpicos. En España, en condiciones de alta productividad por planta (más de 5 kg/planta, equivalentes a más de 15 kg/m^2), los frutos sin semillas de híbridos entre clones partenocárpicos y no partenocárpicos también mostraron ser menos competitivos que los frutos con semillas, siendo más pequeños y sufriendo en ocasiones deformaciones características (Figuras 19 y 20). Sin embargo, en los clones partenocárpicos la presencia o ausencia de semillas no afectó al tamaño ni a la forma de los frutos.

En resumen, la capacidad de cuajado partenocárpico puede ser muy útil para la adaptación del pepino dulce a muy distintas condiciones de cultivo

y a condiciones ambientales desfavorables, al eliminar la necesidad de la polinización para obtener buenas cosechas.

Otros aspectos fisiológicos

Eficacia fotosintética y capacidad productiva. El pepino dulce es un cultivo altamente productivo. Aunque no hay estudios específicos realizados en *Solanum muricatum*, probablemente esta especie pertenece, al igual que otras solanáceas como el tomate y el pimiento, al grupo de plantas que realizan la fijación metabólica del carbono según un ciclo C_3. En este tipo de plantas la eficacia fotosintética suele ser baja y las pérdidas por fotorrespiración altas, si bien en el caso de otros cultivos altamente productivos, como el tomate, se han descrito elevadas eficiencias fotosintéticas, normalmente asociadas con especies C_4 (99).

Transpiración y consumo de agua. La transpiración, pérdida de agua en forma de vapor, se produce fundamentalmente en la hoja, e interviene en el mecanismo de transporte de agua y nutrientes, a través de todo el sistema vascular de la planta.

A la cantidad de agua, en litros, usada por la planta para producir 1 kg de materia seca se le llama *coeficiente de transpiración*. Este coeficiente es muy variable y es afectado por factores como la intensidad de radiación solar, la temperatura, humedad relativa del aire, composición física del suelo, balance hídrico, balance de nutrientes, variedad, estado de desarrollo de la planta, etc. El *coeficiente de consumo de agua* indica la cantidad de agua que se necesita para el desarrollo de una unidad de peso de cosecha. Su valor es aproximadamente 1/3 del coeficiente de transpiración. En principio, el coeficiente de consumo de agua podría utilizarse para determinar las necesidades de riego del cultivo, sin embargo, tiene el inconveniente de que presenta una gran variabilidad. No se han encontrado referencias acerca del valor de estos coeficientes en la literatura científica sobre el pepino dulce, pero como cifras orientadoras en otra solanácea como el pimiento, se señalan entre 60 y 100 litros de agua/kg de fruto fresco (99).



FIGURA 6
Tallos fuertemente pigmentados.



FIGURA 7
Tallo de sección cuadrangular, con aristas marcadas.



FIGURA 8
Diferentes tipos de hoja.



FIGURA 9
Sistema radical de pepino dulce cultivado en sistema hidropónico con arena como sustrato inerte.



FIGURA 10
Inflorescencia.



FIGURA 11
Flores moradas del cultivar Cachito, procedente del Ecuador.

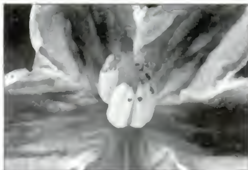


FIGURA 12
Exerción estigmática.



FIGURA 13
Las anteras de pepino dulce presentan dehiscencia apical, como es típico en el género *Solanum*.



FIGURA 14
Frutos con el color de fondo blanco. Los dos de la derecha han madurado, pasando a un color amarillo cremoso.



FIGURA 15
Clon de pepino dulce con buena uniformidad entre racimos. Plantas defoliadas para resaltar la producción.



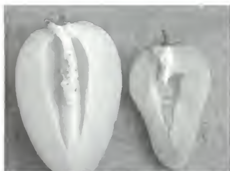
FIGURA 16
Aborto semitardío de frutos por competencia intrarracimo.



FIGURA 17
Aborto tardío de frutos.



FIGURA 18
La capacidad de cuajado partenocárpico se evidencia en ocasiones por un hinchamiento del ovario previo a la antesis de la flor.





FIGURAS 19 y 20
Expresión incompleta de la capacidad de cuajado y desarrollo partenocárpico del fruto. Frutos de híbridos entre clones partenocárpicos y no partenocárpicos. En condiciones de alta carga productiva por planta, los frutos sin semillas son menos competitivos.

3. Tipos varietales

Es necesario considerar que los primeros mejoradores del pepino dulce fueron los pueblos indígenas que hace más de medio milenio habitaban los territorios que hoy corresponden fundamentalmente a Ecuador, Perú, Colombia y Bolivia. Al haber permanecido este cultivo de forma marginal en los últimos años, al no haber habido un trabajo reciente de mejora, y a pesar de la gran diversidad genética existente en esta especie, en la mayor parte de las zonas de cultivo no existen nombres diferenciados para los cultivares, o bien estos nombres se han perdido o se están perdiendo. Una notable excepción es el caso de Nueva Zelandia, donde en los últimos años se ha venido realizando cierto trabajo de mejora y se han desarrollado algunos cultivares.

TIPOS VARIETALES CULTIVADOS EN EL ECUADOR

Este país ha sido citado por diversos autores (64, 124) como el lugar donde mayor diversidad de tipos se pueden encontrar (Figura 21). Sin embargo, se pueden distinguir dos clases principales de cultivares, aunque exista una enorme diversidad dentro de cada clase.

Una de estas clases está formada por cultivares con frutos de tamaño generalmente grande y formas globosas; los hay también más alargados, pero teniendo siempre el ápice del fruto redondeado. El color de fondo de los frutos inmaduros es verde, variando entre un verde claro y un verde medio. El veteado es más bien escaso, con bandas púrpuras muy bien delimitadas (Figura 22) .

La otra clase está constituida por frutos de tamaño más pequeño y formas en general más alargadas, en ocasiones casi cilíndricas. El extremo apical del fruto, sin llegar normalmente a ser puntiagudo, es más apuntado. El color de fondo de los frutos inmaduros es casi blanco, y el veteado es más

abundante, ocupando un mayor porcentaje de la superficie del fruto, con bandas moradas de contornos menos definidos.

En las plantaciones de carácter más comercial se ha impuesto de forma prácticamente absoluta el primer tipo de frutos, posiblemente con mejores características para el transporte y manipulación, tanto por la forma de los frutos como por la mayor consistencia de la carne. Esto implica una pérdida de diversidad en esta especie, ya que un gran número de cultivares con otras características, que pueden ser importantes para su adaptación en otras zonas, como mayor contenido en azúcares, mejores características aromáticas, etc., están desapareciendo, encontrándose sólo en zonas aisladas (100).

Existen algunos cultivares que no se pueden encuadrar claramente en ninguna de las clases antes citadas. Así, por ejemplo, el fruto de la Figura 23 tiene un veteado de color verde en lugar de morado, incluso cuando está totalmente maduro. Los hay también de formas prácticamente redondas y de color blanquecino que no presentan veteado. Heiser (64) clasificó los frutos que encontró en los mercados ecuatorianos en tres tipos, en función de su forma, tamaño, coloración y presencia o ausencia de semillas:

Tipo 1: fruto mucho más largo que ancho, generalmente puntiagudo, de 8 a 14 cm de largo y de 6 a 8 cm de ancho. Variable en su coloración desde un verde claro con vetas verdes más oscuras hasta un verde claro con vetas de un púrpura claro. Los frutos siempre presentan entre 10 y 30 semillas viables.

Tipo 2: forma ovoide, de unos 6 cm de largo por 5 cm de ancho, de color crema con vetas púrpuras. También contiene semillas.

Tipo 3: similar al tipo 2, pero de mayor tamaño (9 × 6 cm) y siempre sin semillas. De los tres tipos, es el que presenta mejor sabor.

Sin embargo, los autores del presente estudio han observado frutos de algunos cultivares en el Ecuador que tampoco se pueden adscribir a ninguno de estos tres tipos (100) (Figura 24).

TIPOS VARIETALES CULTIVADOS EN EL PERU

Según Delgado de la Flor (43), los cultivares existentes son Pepino corazón de toro, Pepino corazón de paloma y Pepino melón. Los dos primeros

cultivares tienen frutos, como indican sus nombres, de formas acorazonadas (Figura 25).

Sánchez-Vega (121), siguiendo la clasificación de Correll (38), distingue entre la variedad botánica 'Protogenum', de hojas compuestas, y la variedad 'Typica', de hojas simples. Dentro de esta última diferencia la forma *glaberrimum*, de hojas glabras. Según este autor, en la Sierra de Cajamarca se encuentra con regular frecuencia la forma típica, con frutos subesféricos, de ápice hendido y color verde amarillento con algunos jaspes purpúreos.

En la Costa peruana se encuentra, en cultivos puros y comerciales, la forma *glaberrimum*, dentro de la cual se distinguen dos cultivares:

Morado listado. Hojas de color verde oscuro, ramas suberectas y frutos ovoide-cónicos de tamaño variable. Mesocarpo amarillento y muy dulce. Son los más apreciados en el mercado.

Oreja de burro. Hojas verde claro, ramas largas, semipostradas, frutos cónicos elongados, grandes o medianos, con poca pigmentación (pepino blanco). Mesocarpo blanco arenoso y menos dulce.

En la Costa norte de Perú se conoce un pepino morado, de forma subesférica y muy dulce, el cual se ha perdido, según los agricultores consultados (121).

TIPOS VARIETALES CULTIVADOS EN CHILE

En este país tampoco se diferencian variedades, pero se puede hablar de tipos que son característicos de las zonas de cultivo (21). Así, en la zona norte de Chile (Coquimbo, La Serena), el tipo característico es un fruto de forma ovalada o acorazonada, con ambos extremos redondeados, que presenta escasas manchas púrpura en la piel. El color de fondo de ésta es al principio verde claro, después adquiere un color blanco cremoso para virar finalmente a amarillo cuando madura. El tipo de pepino dulce que se cultiva en la zona central de Chile (Quillota, Valparaíso) es alargado, con el extremo apical generalmente puntiagudo (Figuras 27 y 28); al madurar adquiere un color cremoso con vetas de color morado. Aunque no parece haber muchas diferencias en cuanto a sabor, la carne del tipo cultivado en el Norte es más consistente, siendo más adecuado por tanto para la comercialización. Además el extremo puntiagudo de los frutos del tipo cultivado en la zona

central es un inconveniente para su manipulación y embalaje, ya que se daña fácilmente con ligeros roces. El pepino dulce cultivado en la zona central parece tener un período vegetativo más corto.

Una variedad registrada en Estados Unidos por I. Gomberoff en 1991 con el nombre de Cascade Gold se originó por mutación en plantas cultivadas en La Serena. El fruto se parece a otras variedades de pepino dulce, pero según Gomberoff se caracteriza por ser muy dulce y no tener el retrogusto típico de pepino, además de por su gran capacidad de cuajado y producción en Lynden, Washington, D.C. (56).

TIPOS VARIETALES CULTIVADOS EN NUEVA ZELANDIA

Es en este país donde se encuentra mayor diversidad de cultivares reconocidos (Figuras 29 y 30). Algunos han sido introducidos directamente, procedentes de Chile, Perú o Ecuador, mientras otros han sido obtenidos en Nueva Zelandia mediante selección a partir de semilla. Entre los más importantes están (42, 47):

Miski. Es una selección a partir de plantas obtenidas de semilla realizada por la División de Horticultura y Procesados (DHP) del Departamento de Investigación Industrial y Científica (DSIR) de Nueva Zelandia. Fue lanzada por primera vez en 1976 como '5/75' y relanzada en 1982. La planta es de porte erecto, con hojas simples. Necesita condiciones de clima fresco para obtener un cuajado satisfactorio. El fruto es de tamaño medio, forma ovoide con ápice puntiagudo, color de la piel amarillo con vetas púrpuras, contenido en sólidos solubles medio y sabor suave.

Kawi. Progenie de cruces controlados realizados por el DHP, DSIR, lanzada en 1982. La planta es de porte erecto, con hojas compuestas, de 3 a 5 folíolos. Regular en cuanto a producción. El fruto es de tamaño medio y forma más alargada, también con ápice puntiagudo. Color verde pálido con vetas púrpuras, contenido en sólidos solubles medio y fuerte sabor.

Suma. Progenie de cruces controlados realizados por el DHP, DSIR. Lanzada también en 1982. Planta de porte semierecto, con hojas compuestas, de 3 a 5 folíolos, vigorosa y de alta producción. Fruto de tamaño mediogrande, globoso, color amarillo pálido con vetas púrpura, contenido en sólidos soluble de bajo a medio y sabor suave.

Asca. Selección de plantas obtenidas de semilla realizada por el DHP, DSIR. Lanzada en 1982. Planta de porte postrado, con hojas simples y anchas, vigorosa y de alta producción. El fruto es grande, de forma ovoide, color amarillo claro con unas pocas vetas verdes irregulares, contenido en sólidos solubles bajo y sabor suave.

El Camino. Cultivar procedente de Chile, introducido y evaluado por el DHP, DSIR. Planta de porte erecto y hojas simples. Produce moderadamente bien. Fruto de tamaño medio, forma de ovoide a acorazonada. Color amarillo con vetas púrpuras, contenido en sólidos solubles alto y sabor fuerte. Es el más ampliamente cultivado en Nueva Zelandia (95, 128).

Schmidt. Cultivar procedente de Chile, introducido y evaluado por el DHP, DSIR. Planta de porte erecto con hojas simples. Produce moderadamente bien. Fruto de tamaño medio con forma de ovoide a acorazonada. Amarillo con vetas de color púrpura mate, contenido en sólidos solubles alto y fuerte sabor.

Toma. Cultivar procedente de Chile, introducido en 1979, evaluado por el DSIR en ensayos realizados a partir de 1980. Fruto muy jugoso y dulce (7,8 por ciento de sólidos solubles en la madurez), con excelente aroma. Buena conservación de los frutos.

Lincoln Long. Selección de plantas obtenidas de semilla realizada por el Lincoln College. Lanzada en 1982. Planta de porte semipostrado y de alta producción. Fruto grande, de forma ovoide y con ápice puntiagudo. Color amarillo pálido, con más del 75 por ciento de la superficie bandeada con vetas púrpura claro, de sabor suave.

Lincoln Gold. Selección de plantas obtenidas de semilla realizada por el Lincoln College. Lanzada en 1982. Planta de porte erecto con hojas compuestas, de 3 a 5 folíolos. Producción alta y constante y maduración temprana. Fruto pequeño, de forma ovoide y ápice obtuso, con más del 50 por ciento de la superficie de color rojo púrpura, sabor suave.

Golden Litestripe. Selección de plantas procedentes de semilla realizada por un viverista privado, M.J. Simpson. Lanzada en 1982. Se trata de una planta de porte semierecto, con hojas simples pubescentes, de alta producción. El fruto es de tamaño medio, entre ovoide y redondeado, con ápice

obtuso, amarillo pálido con unas pocas vetas púrpura y punteado blanco. Sabor medio-fuerte.

Miski, Kawi, Suma, Asca, Lincoln Gold, Lincoln Long y Golden Litestripe están registradas como variedades comerciales.

TIPOS VARIETALES CULTIVADOS EN AUSTRALIA

En este país se incluyen entre las variedades de cultivo local la Pepino Gold, Naragold, Golden Splendour, Wayfarer Special, Temptation y Colossal. Otros cultivares más recientemente introducidos son *Schmidt, El Camino* y *Toma.* (58, 131).

Los frutos se clasifican básicamente en tres grupos de acuerdo con su forma: alargados, ovoides, y ovoides grandes, que es la forma de la mayor parte de las variedades cultivadas comercialmente.



FIGURA 21
Diversidad de cultivares en el Ecuador.



FIGURA 22
Frutos del tipo más frecuente en el Ecuador.



FIGURA 23
Fruto maduro de un cultivar ecuatoriano, con veteado de color verde.



FIGURA 24
Frutos todavía verdes del cultivar Cachito.

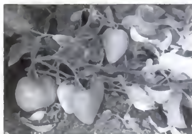


FIGURA 25
Cultivar peruano de forma acorazonada.



FIGURA 26
Frutos de pepino dulce en un mercado de Trujillo, Perú. (Foto: C. Gisbert.)



FIGURA 27
Frutos de pepino dulce en un mercado de Santiago de Chile.



FIGURA 28
Fruto maduro de un cultivar chileno.





FIGURAS 29 y 30
Frutos de cultivares procedentes de Nueva Zelandia.

4. Plagas y enfermedades

PLAGAS

El pepino dulce puede ser atacado por varios insectos y ácaros que constituyen plagas corrientes en los cultivos hortícolas. Sin embargo, la planta es muy vigorosa y se recupera rápidamente de ataques severos. La protección fitosanitaria puede llevarse a cabo de forma sencilla mediante un plan racional de tratamientos. Además, el pepino dulce presenta *a priori* buenas características para la realización de un programa de control integrado de plagas, ya que es capaz de soportar elevados niveles poblacionales sin excesivos daños. Es decir, su umbral económico de tratamiento para las principales plagas hortícolas podría ser bastante alto. Por otra parte, uno de los factores más importantes que limitan la posibilidad de aplicación de programas de control integrado en hortícolas es la eventual sensibilidad del cultivo a alguna virosis que cause daños importantes transmitida por insectos. Es casi imposible llevar a cabo una estrategia de control integrado cuando resulta imprescindible reducir prácticamente a cero las poblaciones del insecto que actúa como vector de la virosis, ya que para ello es necesario normalmente la realización de numerosos tratamientos químicos. Es evidente que en la mayoría de los casos estos tratamientos imposibilitan la existencia de una fauna útil de enemigos naturales de las plagas. En este sentido, el pepino dulce presenta la ventaja de no tener problemas importantes de virosis. Tampoco suele ser necesario en su cultivo la realización de tratamientos químicos fungicidas, los cuales también tienen normalmente efectos negativos sobre la entomofauna útil (Cuadro 5).

A continuación se relacionan las principales plagas que pueden causar daños de importancia económica en el cultivo del pepino dulce. La mayoría son plagas cosmopolitas, que afectan a los cultivos hortícolas de todo el mundo.

CUADRO 5

Efecto de algunos fungicidas sobre la fauna útil

Producto	Encarsia	Acaros depredadores	Himenópteros parasitoides	Coleópteros, coccinelas	Neurópteros, crisopas	Dípteros, sírfidos	Hemípteros, antocóridos	Hemípteros, míridos
Clortalonil	1	1		1	1	1		
Mancozeb	1-2	1-3	1-3	1	1-2-3	1-3		
Maneb	1-3-4	1-3						
Metalaxil + mancozeb	1							
Oxicloruro de cobre		3	1-2	0-1			0-1	0
Propineb	4							
Quinometionato	1-4			1-3	3	3	3	3
Tiram	1-2	2	4	0-13	1	1	0-1	
Zineb	1	∞	0	0			0	

Niveles: 0 = Sin efecto. 1 = Inocuo. 2 = Ligeramente tóxico. 3 = Medianamente tóxico. 4 = Muy tóxico.
Fuente: Mapa, 1993.

Araña roja *(Tetranychus urticae)*

La araña roja es una especie muy polífaga, que ataca a más de 150 cultivos de interés económico. Está distribuida por todo el mundo y puede presentar una apariencia distinta según el clima, la región o el cultivo sobre el que se encuentre. Los ataques de este ácaro tienen lugar en tiempo cálido, siendo normalmente más problemáticos en cultivo bajo invernadero que al aire libre.

Los síntomas en pepino dulce de esta plaga son los típicos en muchas hortícolas: aparecen en un principio punteaduras en el haz de las hojas (Figura 31), las cuales adquieren tonalidades amarillentas, y si el ataque es intenso, se aprecia la formación de telaraña en el envés de las hojas (Figuras 32 y 33) llegándose a producir la caída de éstas. Quizá uno de los principales problemas de esta plaga es el hecho de que los agricultores muchas veces no la identifican correctamente, confundiendo el amarilleo y la defoliación con una supuesta senescencia de la planta, como señalan Bravo y Arias (21), en Chile, y como los autores de este libro han podido comprobar personalmente en zonas de cultivo del pepino dulce en el Ecuador.

Puede decirse que es una plaga que se presenta con mucha frecuencia, aunque en experiencia de los autores siempre se ha conseguido su control sin dificultad. Para ello pueden utilizarse los siguientes productos:

- amitraz (Mitac, Acadrex);
- azoziclotin (Peropal);
- dicofol + tetradifón (Tedión-Kelthane, Kelterán, Acarkey);
- hexitiazox (Cesar, Zeldox).

Es necesario tener en cuenta que es muy frecuente el aumento espectacular de las poblaciones de araña roja después de aplicaciones de insecticidas piretroides y de algunos fosforados, utilizados para otras plagas.

Enemigos naturales. El ácaro fitoseido *Phytoseiulus persimilis* es un depredador muy común de la araña roja. Se ha empleado con éxito para el control biológico en invernaderos, existiendo empresas que lo comercializan. Otro fitoseido eficaz en su control es *Amblyseius californicus* (Figura 34). Otros depredadores son distintos insectos antocóridos, coccinélidos y neurópteros.

Araña blanca de los invernaderos o ácaro del tostado
(Poliphagotarsonemus latus)

Aunque bastante menos frecuente, es una plaga también muy polífaga que puede causar bastante daño en este cultivo de no controlarse a tiempo. En las zonas tropicales vive al aire libre, siendo propia de veranos calurosos (92), mientras que en los países templados se encuentra fundamentalmente en invernaderos. Sus síntomas pueden confundirse con los producidos por algunas virosis, lo que resulta favorecido por el pequeño tamaño de estos ácaros en comparación con el tamaño de la muy conocida araña roja. El ataque se manifiesta sobre todo en los brotes jóvenes, produciéndose un curvamiento de los bordes de las hojitas, que además adquieren un color sucio o amarronado, a veces de aspecto aceitoso (Figura 35). Ataques severos llegan a paralizar el crecimiento del brote; si esto no llega a producirse, las hojas al crecer quedan muy deformadas, presentando además una coloración extraña.

Se puede combatir fácilmente con los siguientes productos:

- dicofol (Acarin, Acarfen, Keithane);
- endosulfan (Endosulfan, Thiodan, Arasulfan);
- propargita (Omite, Rabbe);
- azoziclotin (Peropal).

Pulgones

Como en muchos cultivos hortícolas, los ataques de áfidos son bastante frecuentes, localizándose con preferencia en las partes más tiernas de la planta. El mejor momento para combatirlos es el de la invasión inicial, antes de que las poblaciones sean excesivamente numerosas. En estas condiciones su control resulta relativamente sencillo, pudiendo utilizarse los siguientes productos:

- pirimicarb (ZZ-Aphos);
- malation;
- endosulfan (Endosulfan, Thiodan, Arasulfan);
- metamidofos (Tamaron, Ortho Monitor);
- metomilo (Lannate, Tomilo).

Si las poblaciones son ya demasiado numerosas y han llegado a provocar

síntomas de enrollamiento de hojas, es conveniente la utilización de productos sistémicos. Sin embargo, el mayor daño que pueden producir los pulgones es debido a su comportamiento como vectores de virosis. Así, las especies *Myzus persicae* y *Aphis gossypii* transmiten en tomate el virus del mosaico del pepino (*cucumber mosaic virus*, CMV) y el virus Y de la patata (PVY), aunque no está determinado si estos virus pueden causar daño en pepino dulce. En este cultivo, *Myzus persicae* también transmite un virus latente considerado como un nuevo miembro del grupo de los carlavirus, para el cual se propuso el nombre de *pepino latent virus* (PepLV) (132), si bien Dolby y Jones (45) concluyen que PepLV es un aislado en pepino dulce de la raza andina del virus S de la patata (PVS^A).

Enemigos naturales. Los numerosos enemigos naturales de pulgones están ampliamente extendidos (Figura 36), por lo que en general no suele ser necesario criarlos y multiplicarlos artificialmente. Productos como el pirimicarb respetan a la mayoría de estos enemigos naturales.

Moscas blancas *(Trialeurodes vaporariorum, Bemisia tabaci)*

Mosca blanca de los invernaderos (Trialeurodes vaporariorum). Esta mosca blanca es originaria de las regiones tropicales de América Central, pero actualmente presenta una distribución prácticamente mundial. Recibe usualmente el nombre de mosca blanca de los invernaderos, ya que es normalmente donde con mayor frecuencia se encuentra y donde más prolifera (Figuras 37 y 38), aunque en climas cálidos también causa daños al aire libre. Las larvas producen el amarilleamiento de las hojas al picarlas, lo que junto con la abundante melaza y la consiguiente negrilla (*Cladosporium* sp.) producida puede provocar la caída de la hoja en muchos cultivos. En pepino dulce no suele llegar a caer la hoja por este motivo, siendo capaz de soportar elevadas poblaciones de mosca blanca. El daño principal parece ser la disminución de la capacidad fotosintética de las hojas, debido al recubrimiento producido por la melaza y la negrilla.

El control de *Trialeurodes vaporariorum* en pepino dulce puede realizarse fácilmente combinando un producto con acción contra larvas [como el buprofecín (Applaud)], con otros de acción más general como el imidaclo-

prid (Confidor) que puede aplicarse en el agua de riego, metomilo (Lannate, Tomilo) o piretroides como el fempropatrín (Randal, Meothrin). Las aplicaciones deben hacerse de madrugada, cuando los adultos no se encuentren en vuelo, asegurándose de que el envés de las hojas quede bien mojado, ya que es allí donde se encuentran las larvas.

Enemigos naturales. En cultivo bajo invernadero, se encuentra muy experimentado ya el empleo del himenóptero parasitoide *Encarsia formosa* para el control biológico de *Trialeurodes vaporariorum* en distintos cultivos hortícolas. Es muy utilizado actualmente en los Países Bajos, Francia, Reino Unido, Estados Unidos y Canadá. Tiene un elevado potencial biótico y muy buena capacidad de búsqueda. Sin embargo, es prácticamente ineficaz al aire libre.

Mosca blanca del tabaco (Bemisia tabaci). *Bemisia tabaci* (Figura 39) también es una plaga muy polífaga y cosmopolita, habiéndose extendido en los últimos años a zonas nuevas, como gran parte de Europa y el sur y sureste de los Estados Unidos. En el cultivo del tomate es una plaga peligrosa, ya que transmite el virus del rizado amarillo del tomate o virus de la hoja de cuchara del tomate (*tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV). En pepino dulce no resulta tan peligrosa, siendo los daños que produce muy similares a los de *Trialeurodes vaporariorum.* Sin embargo, su control parece ser más problemático, ya que desarrolla resistencias a los plaguicidas con cierta facilidad. Entre los productos actualmente recomendados para el control químico de la mosca del tabaco están el imidacloprid (Confidor), buprofecín (Applaud) y teflubenzurón (Nomolt, Dart).

Enemigos naturales. Entre los parasitoides eficaces para un posible control biológico de esta plaga, los más prometedores parecen ser los himenópteros *Encarsia formosa*, *Encarsia lutea* y *Eretmocerus mundus* (Figura 40).

Escarabajo de la patata *(Leptinotarsa decemlineata)*

Esta plaga de origen norteamericano puede desarrollarse sobre distintas solanáceas silvestres y cultivadas. Muestra una clara preferencia por la patata, y en menor medida por la berenjena y el tomate. Su preferencia por

el pepino dulce cabría clasificarla como intermedia entre la mostrada por la berenjena y por el tomate. Unicamente constituye un problema en el pepino dulce cuando se levantan campos de patata próximos, momento en el que pueden producirse invasiones de escarabajo de la patata. Los daños son producidos por la alimentación de los adultos y de las larvas (Figuras 41 y 42), que muestran una gran voracidad y pueden defoliar por completo la planta si los niveles poblacionales llegan a ser muy altos.

Los umbrales de tratamiento son muy bajos debido a la elevada fecundidad y a la voracidad de los inmaduros. Esto significa que es conveniente tratar en cuanto se detecten invasiones de este escarabajo. Para su control químico se han utilizado con total eficacia productos como el carbosulfan (Marshall), triclorfon, o fenvalerato.

No se conocen enemigos naturales eficaces en la lucha biológica contra el escarabajo de la patata. Para su control en el cultivo del pepino dulce, dada su clara preferencia por la patata, una posible estrategia de manejo integrado consistiría en la utilización de plantas-cebo de patata situadas en los márgenes de la plantación, sobre las que se podrían realizar tratamientos químicos.

Mosca minadora *(Liriomyza trifolii)*

Este díptero es originario de América Central, pero se encuentra ya extendido por todo el mundo. Es una plaga muy polífaga, la larva realiza galerías en las hojas, entre las dos epidermis, pudiendo llegar a afectar a la capacidad fotosintética de la hoja (Figuras 43 y 44).

En áreas cálidas se la puede encontrar al aire libre, pero en climas fríos sólo se desarrolla en cultivos bajo invernadero. En pepino dulce no produce daños serios, aunque en casos de ataques muy severos puede llegar a ser preocupante. Es frecuente que las plantas se infecten de mosca minadora en semilleros y almácigas, por lo que hay que mantener una adecuada vigilancia desde los primeros estadios vegetativos. Una práctica que resulta conveniente es la de eliminar y quemar, si es posible, las hojas que presenten minas.

No resultan eficaces la mayor parte de los plaguicidas de uso habitual, por lo que su control químico puede llegar a ser difícil. *Liriomyza trifolii* ha

desarrollado resistencias incluso a los piretroides. Actualmente para su control se recomiendan los siguientes productos:

- abamectina (Vertimec);
- ciromazina (Trigard): regulador del desarrollo específico para *Liriomyza*;
- acefato (Orthene);
- metamidofos (Tamaron, Ortho Monitor).

Enemigos naturales. Los enemigos naturales que más se están ensayando para la lucha biológica contra *Liriomyza* son himenópteros parasitoides del género *Diglyphus*. Además, los adultos de estos himenópteros son también depredadores de la mosca minadora.

Orugas comedoras de hojas *(Chrysodeixis chalcites o Plusia chalcites y otras plusias)*

Los lepidópteros del género *Plusia* son noctuidos que tienen la particularidad de vivir en forma de larva en la parte aérea de las plantas, alimentándose con gran voracidad de las hojas (Figura 45). La oruga de *Plusia chalcites*, de color verde y vulgarmente llamada «medidora del tomate», puede causar fuertes daños si no se controla a tiempo (Figura 46).

Los productos recomendados para combatir esta plaga son:

- alfacipermetrin (Alcance, Fastac);
- *Bacillus thuringiensis*;
- ciflutrin (Baytroid);
- metomilo (Lannate, Tomilo).

Enemigos naturales. Algunas especies de himenópteros del género *Trichogramma* (*T. evanescens, T. cordubensis, T. confusus*) parasitan los huevos de plúsidos y de *Heliothis armigera*.

Mosca del pepino *(Rhagoletis ochraspis)*

Es una plaga importante en Chile (3, 21). Se trata de un díptero cuyas larvas penetran en el interior del fruto y hacen galerías que lo dañan de forma muy importante, anulando su valor comercial. El control de este insecto debe hacerse antes de que penetre en el fruto, ya que en ese caso es muy difícil de

combatir. Por tanto es necesario realizar tratamientos periódicos para mantener a los frutos protegidos.

Para su control químico se recomiendan en Chile los siguientes insecticidas:

- metomilo (Lannate, Tomilo);
- triclorfon (Dipterex);
- metil azinfos (Gusathion).

Polilla de las solanáceas *(Symmetrischema plaesiosema)*

De cierta importancia en el cultivo de pepino dulce en Chile es la polilla de las solanáceas (21, 33), que también ha sido citada en Australia (101). Este lepidóptero constituye una plaga en cultivos de tomate y patata. En pepino dulce, las preferencias alimenticias de las larvas son el tallo y, de forma ocasional, los frutos, los cuales perfora, causando graves pérdidas en su valor comercial.

Para su control químico se recomiendan los siguientes insecticidas:

- metomilo (Lannate, Tomilo);
- triclorfon (Dipterex);
- metil azinfos (Gusathion).

Enemigos naturales. La polilla de las solanáceas es atacada en las regiones de cultivo del pepino dulce en Chile por cuatro especies parasitoides, himenópteros de la familia Ichneumonidae, aún no determinados a nivel de género y especie (33).

Polilla barrenadora *(Poroporo stemborer moth, Sceliodes cordalis)*

Este lepidóptero constituye una plaga del pepino dulce y de otras especies del género *Solanum* en Nueva Zelandia (55, 94). Sus larvas penetran en el fruto anulando completamente su valor comercial. El punto de entrada es normalmente el cáliz. Ya se han sintetizado feromonas sexuales específicas que resultan eficaces como atrayentes (55), por lo que es posible realizar un seguimiento del vuelo de los adultos para vigilar las poblaciones y controlarlas en caso de que alcancen niveles peligrosos, para lo cual se pueden

emplear productos como metil azinfos (Gusathion) o metomilo (Lannate, Tomilo) (87).

Caracoles y babosas

Pueden producir daños en hojas y en ocasiones hasta en los frutos. Pueden combatirse fácilmente mediante cebos a base de metaldehido.

Pájaros

En algunas zonas de producción de Chile, se considera que el principal problema del cultivo del pepino dulce son los pájaros, que se alimentan de los frutos cuando éstos están más desarrollados, perdiendo toda posibilidad de ser comercializados (21).

ENFERMEDADES NO VIROTICAS

El pepino dulce no presenta problemas importantes causados por hongos o bacterias. Sin embargo se han citado, sobre todo en climatologías húmedas y lluviosas, ataques de alternaria y de mildiu o tizón tardío (*Phytophthora infestans*) (3, 92, 94).

Alternaria

Los síntomas consisten en manchas necróticas coriáceas redondeadas, de color marrón oscuro, que se presentan formando círculos concéntricos en las hojas. Si el ataque es muy intenso puede llegar a producir una seria defoliación. Es una enfermedad que se encuentra muy extendida en el cultivo del tomate y de la patata en zonas tropicales y templadas de todo el mundo.

Los ataques de alternaria se ven favorecidos por la alternancia de lluvia y sol, ya que períodos húmedos cortos, seguidos por otros secos, favorecen más la esporulación de este hongo que períodos húmedos más largos. La dispersión de la enfermedad se produce fundamentalmente a través de las salpicaduras producidas por la lluvia. Las conidias son muy resistentes, y pueden permanecer en los restos del cultivo durante varios años, por lo que es de vital importancia eliminar siempre los restos al finalizar el cultivo.

Las plantas debilitadas o sometidas a abonados desequilibrados son más susceptibles de ser atacadas por alternaria.

Para su control químico se recomiendan los siguientes productos fungicidas:

- mancozeb (Dithane M-45, Ditiver M-45, Manzate DP 80);
- clortalonil (Bravo 50, Daconil);
- compuestos de cobre.

Mildiu *(Phytophthora infestans)*

Se manifiesta en forma de manchas negruzcas de tamaño variable en las hojas, pudiendo verse por el envés manchas blanquecinas que corresponden a los filamentos del hongo. En caso de ataques intensos llega a provocar la defoliación de la planta. En el fruto produce una pudrición algo húmeda y de consistencia dura, siendo muy graves los daños si los frutos están en contacto directo con el suelo húmedo. Puede constituir un problema especialmente en los climas fríos y húmedos de zonas templadas. Las condiciones más favorables para su desarrollo son humedades próximas al 100 por ciento y temperaturas comprendidas entre 10 °C y 25 °C. Los agentes transmisores de esta enfermedad son principalmente el viento y la lluvia. En condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad, su control puede resultar muy difícil. En zonas donde los ataques son frecuentes, es fundamental la realización de tratamientos fungicidas preventivos, siempre que tengan lugar las condiciones necesarias para su propagación. Con tal fin se han desarrollado modelos predictivos en las distintas áreas de cultivo de la patata y del tomate, que podrían ser igualmente aplicados al cultivo del pepino dulce. Según Bravo y Arias (21), esta enfermedad no es importante en el cultivo del pepino dulce en Chile, pero sí lo es en Colombia, Perú, en donde se le denomina «hielo» del pepino (92), y Ecuador.

Al igual que en el caso de alternaria, se recomienda eliminar todos los restos al final del cultivo. Evidentemente, no es conveniente la utilización del riego por aspersión.

Para su control químico se recomiendan formulaciones conjuntas de ditiocarbamatos (mancozeb por ejemplo) y cobre. Otros fungicidas más modernos que pueden emplearse son el clortalonil, así como productos más

específicos como el cimoxanilo (Curzate), metalaxil (Ridomil) y fosetal (Alerte, Aliette), que deben aplicarse con otro fungicida de más amplio espectro (cobre, maneb) para evitar la aparición de razas resistentes.

Fusariosis (*Fusarium* spp.)

Dentro de las enfermedades fúngicas, parece ser la más importante en el cultivo del pepino dulce en Chile (81), habiendo sido también señalada en el Perú (43, 92). Los síntomas consisten en un marchitamiento rápido de la planta, que puede en ocasiones confundirse con falta de riego.

Este hongo tiene capacidad saprofítica, pudiendo permanecer en el suelo en forma de micelio o como clamidosporas. Así, las principales fuentes de inóculo son el propio terreno y los restos de cultivo, actuando el agua de riego y el viento como agentes dispersantes. El marchitamiento de la planta se produce como consecuencia de la destrucción de los haces conductores de la planta. Al observar una sección del tallo se puede apreciar un oscurecimiento de los haces vasculares.

Para la prevención de esta enfermedad se recomienda la desinfección previa de los esquejes mediante inmersión en solución al 2 por mil de tiabendazol o captan.

ENFERMEDADES VIROTICAS

La mayoría de las especies de la familia de las solanáceas son sensibles a enfermedades producidas por virus. Al ser el pepino dulce un cultivo de propagación vegetativa, las virosis son especialmente importantes. Hay en la literatura científica numerosas citas en relación con virus que han sido identificados o aislados en pepino dulce (45, 71, 72, 73, 132, Cuadro 6), aunque no se han descrito daños al cultivo o pérdidas de producción importantes, si bien estas últimas pueden frecuentemente pasar desapercibidas. Dada la forma de propagación, es probable que lleguen a presentarse problemas producidos por acumulación de virosis a través de los ciclos de cultivo. En este sentido, ya hay puestas a punto técnicas de cultivo *in vitro* de ápices de *Solanum muricatum*, e incluso hay experiencias de eliminación de algunos virus mediante cultivo *in vitro* de yemas axilares combinado con quimioterapia (11, 73).

CUADRO 6
Virus que han sido citados en pepino dulce

Abreviatura	Nombre inglés	Nombre español	Familia	Transmisión artificial	Citas
AMV	Alfalfa mosaic virus	Virus del mosaico de la alfalfa	Unico miembro	Mecánica y por áfidos	Honda *et al.*, 1986
CMV	Cucumber mosaic virus	Virus del mosaico del pepino	Cucumovirus	Mecánica y por áfidos	Honda *et al.*, 1986
PVS[A]	Potato virus S	Virus S de la patata	Carlavirus	Mecánica y por áfidos	Dolby *et al.*, 1988
PepMV	Pepino mosaic virus	Virus del mosaico del pepino dulce	Potexvirus	Mecánica	Jones *et al.*, 1980
PLRV	Potato leaf roll virus	Virus del enrollado de la patata	Luteovirus	Por áfidos	Jones *et al.*, 1986
ToMV	Tomato mosaic virus	Virus del mosaico del tomate	Tobamovirus	Se transmite muy fácilmente por contacto y por el hombre	Concha Jordá, 1995, comunicación personal
TSWV	Tomato spotted wilt virus	Virus del bronceado del tomate o virus de la peste del tomate	Bunyavirus	Mecánica y por trips	Concha Jordá, 1994, comunicación personal

Virus de la peste negra o bronceado

Uno de los virus más polífagos que atacan a plantas hortícolas es el virus de la peste negra o bronceado (*tomato spotted wilt virus*, TSWV) (Figura 47), el cual produce muy graves daños y pérdidas de cosecha en solanáceas como el tomate, pimiento y berenjena. Los vectores principales de esta virosis son los trips, fundamentalmente las especies *Frankliniella occidentalis* (Figura 48), *F. schultzei* y *F. fusca*. El pepino dulce puede verse también atacado por el TSWV, llegando ocasionalmente a desarrollar síntomas parecidos a los del tomate (manchas bronceadas en hojas, anillos, necrosis del brote). Sin embargo, después de varios años de cultivo de pepino dulce en áreas con alta incidencia en campo de TSWV, nunca se han observado pérdidas de producción aparentes debido a este virus, mientras sí han sido evidentes y muy importantes en cultivos de tomate y pimiento adyacentes.

CUADRO 7

Productos fitosanitarios que pueden utilizarse en el cultivo de pepino dulce sin riesgo de fitotoxicidad

Insecticidas	Acaricidas	Fungicidas
Abamectina	Amitraz	Cimoxamilo
Acefato	Azoziclotin	Clortalonil
Alfacipermetrina	Dicofol	Compuestos de cobre
Bacillus thuringiensis	Hexitiazox	Fosetal
Buprofezín	Propargita	Mancozeb
Carbaril	Quinometionato	Maneb
Carbosulfan	Tetradifon	Metalaxil
Ciflutrin		Propineb
Ciromazina		Tiram
Endosulfan		Ziram
Fenvalerato		
Fempropatrín		
Imidacloprid		
Malation		
Metaldehido		
Metamidofos		
Metil azinfos		
Metil oxidemeton		
Metomilo		
Permetrina		
Pirimicarb		
Teflubenzurón		
Triclorfon		

Fuentes: Ciuffardi, 1987 y comunicación personal.

Virus del mosaico del tomate

El virus del mosaico del tomate (*tomato mosaic virus*, ToMV) pertenece al grupo de los Tobamovirus. Se trata de un virus que presenta una distribución mundial.

Este virus constituye un problema grave en el cultivo del tomate, sobre todo bajo invernadero, aunque en la actualidad su incidencia se ha visto muy reducida como consecuencia de la utilización de variedades resistentes. No se conocen vectores específicos naturales. La infección generalmente se produce a través de las raíces, a partir del suelo contaminado, y a partir de plántulas enfermas. Desde estos focos de infección el virus se extiende fácilmente por contacto entre las plantas y mediante las operaciones culturales, ya que se transmite mecánicamente con facilidad. El hombre es por tanto el principal vector (84). Este virus también ha sido identificado en pepino dulce (Concha Jordá, comunicación personal), pudiendo causar severos daños en algunos cultivares (Figuras 49 y 50).

Virus del mosaico del pepino

El virus del mosaico del pepino (*pepino mosaic virus*, PepMV) es un nuevo virus del grupo de los potexvirus, que fue encontrado en campos de pepino dulce del valle de Cañete, en la Costa del Perú (72). Produce un mosaico amarillo en hojas jóvenes de *Solanum muricatum*, aunque se desconoce si causa algún tipo de pérdida económica en el cultivo del pepino dulce.

Su transmisión se pudo llevar a cabo mediante contacto entre plantas pero no mediante el pulgón *Myzus persicae* (72).

ESTRES ABIOTICO

A continuación se expondrá la respuesta del pepino dulce a las principales causas de estrés abiótico: sequía, encharcamiento del suelo, salinidad, altas y bajas temperaturas, viento.

Sequía

Las raíces de pepino dulce son bastante superficiales, y para obtener el máximo de cosecha es conveniente mantener una alta frecuencia de riegos. Sin embargo, la planta es muy tolerante al déficit hídrico y muestra además una rápida recuperación del crecimiento vegetativo, aunque la producción se resiente (94).

Encharcamiento del suelo

No se han observado problemas debido al exceso de humedad o al encharcamiento del suelo. De hecho, en algunas experiencias realizadas la tolerancia del pepino dulce a estas condiciones del suelo ha sido superior a la de otras solanáceas como el tomate o el tamarillo (*Cyphomandra betacea*) (Figura 51).

Salinidad

La respuesta de las plantas a la salinidad y al déficit hídrico son en algunos aspectos similares, ya que la sal, al reducir el potencial hídrico, limita o dificulta la absorción de agua por la planta. Además, el exceso de sales tiene un efecto fitotóxico sobre el cultivo.

Bravo y Arias (21) señalan que el pepino dulce se cultiva en suelos algo salinos en la zona de Coquimbo, en Chile, con buenos resultados. En ensayos realizados en Israel (107, 108) y en España (117, 118) utilizando varios tratamientos salinos, la calidad organoléptica de los frutos se vio mejorada por unas condiciones de salinidad moderada. En las experiencias realizadas en España (117, 118), el pepino dulce mostró una buena capacidad productiva incluso bajo tratamientos salinos de 8 dS/m, equivalentes aproximadamente a una concentración de unos 5 g/litro de sal. El pepino dulce podría ser un cultivo adecuado para áreas afectadas de salinidad moderada, ya que, como ocurre en el cultivo del tomate y del melón, las condiciones de estrés salino parecen mejorar la calidad organoléptica de los frutos.

Altas temperaturas

Las fases del desarrollo de la planta de pepino dulce que resultan más afectadas por las altas temperaturas son la floración y el cuajado de frutos, hasta el punto de que las altas temperaturas constituyen claramente un factor limitante de la expansión de este cultivo, por su repercusión en los fallos de cosecha debidos a bajo cuajado de frutos.

Dentro de estas fases del desarrollo, los distintos aspectos que podrían verse afectados son:

Desarrollo de la yema o botón floral. Autores neozelandeses (60) señalan que temperaturas por encima de los 25 °C (HR ≈ 65 por ciento) producen altos niveles de caída de yemas florales. Sin embargo, sus conclusiones se basan en ensayos realizados en cámaras de cultivo, con iluminación artificial. En experiencias realizadas por Ruiz y Nuez (no publicado) en invernadero y con iluminación natural, máximas térmicas de 35 °C durante al menos dos horas al día (HR ≈ 60 por ciento) no produjeron caída de yemas florales ni afectaron, frente a máximas de 25 °C, al número de flores por racimo de varios clones de pepino dulce.

Se ha observado aborto de yemas florales, pero para ello las temperaturas máximas deben superar los 35 °C, o bien darse condiciones de extrema sequedad ambiental (Figuras 52 y 53).

Exerción estigmática. Es frecuente que las flores de pepino dulce presenten un estigma que sobresale algunos milímetros del cono formado por las anteras, aunque hay variabilidad genética para este carácter y existen cultivares que no presentan exerción del estigma. Esta exerción podría ser responsable de fallos en el cuajado de frutos, como ocurre en el tomate, ya que dificulta la transferencia de polen de las anteras al estigma (aunque hay que recordar que en *Solanum muricatum* la apertura de las anteras se produce por poros apicales, mientras que en el tomate las anteras se abren hacia el interior del cono que forman), y éste queda más expuesto a la desecación.

Los autores del presente estudio han observado que las altas temperaturas favorecen una mayor exerción del estigma en algunos clones de pepino dulce, lo que podría contribuir parcialmente a explicar los fallos en el cuajado debidos a la temperatura (Figura 54).

Fertilidad y liberación del polen. Temperaturas máximas de 35 °C, frente a máximas de 25 °C, produjeron una disminución de la fertilidad del polen estimada por tinción, variable según el clon entre un 10 y un 80 por ciento (Figura 55). Las altas temperaturas también empeoraron otro aspecto relativo a la calidad del polen, como es su facilidad de liberación a partir de las anteras.

Germinación del grano de polen y crecimiento del tubo polínico. La germinación de los granos de polen en el estigma y el crecimiento de los tubos polínicos hasta alcanzar el ovario no parecen verse afectados negativamente por la temperatura, si bien ésta influye en la velocidad de crecimiento de los tubos polínicos (Figura 56).

Caída de flores. Ha sido observado que las flores de pepino dulce pueden caer después de períodos de altas temperaturas, a pesar de que los tubos polínicos hayan alcanzado el ovario (69, Ruiz y Nuez, no publicado). Es decir, las altas temperaturas pueden llegar a provocar la abcisión de la flor independientemente de que el proceso de polinización se haya llevado a cabo.

En resumen, el efecto negativo de las altas temperaturas sobre el cuajado de frutos de pepino dulce podría explicarse como el resultado conjunto de una serie de factores, entre los que estarían una mayor exerción del estigma, una menor calidad del polen producido (menor fertilidad y menor facilidad de liberación), y a temperaturas ya muy elevadas (o bien combinaciones de temperaturas elevadas con bajas humedades relativas) una posible caída de yemas florales o incluso de flores fecundadas.

Las temperaturas óptimas para el cuajado estarían normalmente por debajo de los 25 °C. Una vez que el fruto ha cuajado (frutitos de 2-3 cm), las temperaturas pueden ser ya muy elevadas sin que se produzca caída de frutos.

Es muy importante destacar la existencia de materiales de pepino dulce fuertemente partenocárpicos (frutos sin semillas), para los cuales evidentemente todos los factores del proceso de fecundación antes citados no son limitantes del cuajado, y además sus flores son capaces de soportar temperaturas más elevadas. Estos genotipos son muy prometedores para la adaptación del pepino dulce a climatologías más extremas que las de sus zonas actuales de cultivo.

Bajas temperaturas

La planta de pepino dulce es sensible a las heladas (82). Los daños producidos dependerán de la magnitud de las bajas temperaturas y de la

duración de éstas. Ligeras heladas (≈ −2 °C) producen daños en hojas y en frutos pequeños (Figura 57), pero la planta es capaz de recuperarse rápidamente una vez pasada la helada.

Aunque no está bien estudiado el efecto de las bajas temperaturas sobre el proceso de fecundación de la flor y cuajado de frutos, se puede estimar en unos 8-10 °C la temperatura mínima nocturna necesaria para un adecuado cuajado de frutos.

Viento

Los fuertes vientos pueden producir daños en el follaje, sobre todo cuando van acompañados de bajas temperaturas. Las plantaciones al aire libre en áreas de fuertes vientos deben hacerse en zonas más o menos resguardadas, de lo contrario puede ser necesario emplear mallas o setos cortavientos.



FIGURA 31
Punteaduras amarillas en hoja de pepino dulce, síntoma típico de araña roja.



FIGURA 32
Ataque importante de araña roja en pepino dulce. Decoloración de la hoja y comienzo de formación de seda.



FIGURA 33
Ataque muy severo de araña roja. Formación abundante de seda.

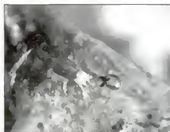


FIGURA 34
Araña roja (*izquierda*) y un enemigo natural, el fitoseido *Amblyseius californicus*. (Foto: F. García Marí.)



FIGURA 35
Daño producido en pepino dulce por un ataque severo de araña blanca de los invernaderos o ácaro del tostado.

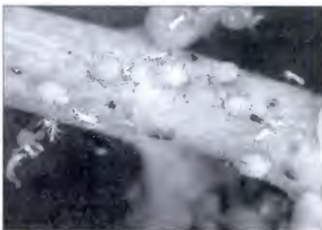


FIGURA 36
Pulgones parasitados por himenópteros afídidos. (Foto: F. García Marí.)



FIGURA 37
Mosca blanca en pepino dulce cultivado en invernadero.



FIGURA 38
T. vaporariorum.

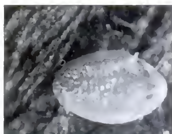


FIGURA 39
Bemisia tabaci.



FIGURA 40
Pupas de *B. tabaci*, sobre hoja de berenjena, la de la derecha parasitada por *Eretmocerus mundus*.
(Foto: F. García Marí.)



FIGURA 41
Larva de escarabajo de la patata.



FIGURA 42
Adulto de escarabajo de la patata.

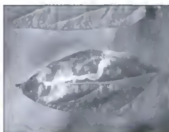


FIGURA 43
Galería producida por *Liriomyza* en hoja joven de pepino dulce.

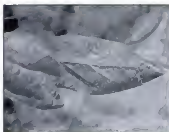


FIGURA 44
Picaduras alimenticias realizadas por *Liriomyza trifolii* en hoja de pepino dulce.



FIGURA 45
Oruga de *Chrysodeixis chalcites*, medidora del tomate, sobre pepino dulce.



FIGURA 46
Daños producidos por un ataque severo de *Chrysodeixis chalcites*.

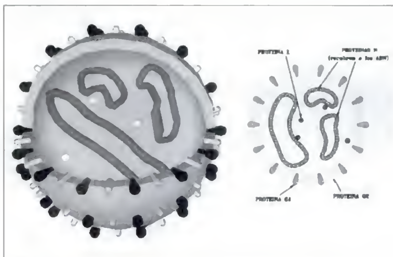


FIGURA 47
Representación tridimensional y esquemática de una partícula de TSWV. (Imágenes: S. Rosselló.)



FIGURA 48
***Frankliniella occidentalis*, vector del TSWV. (Preparación: A. Lacasa.)**

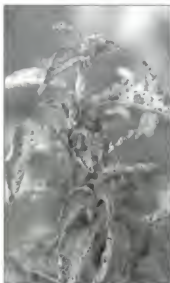


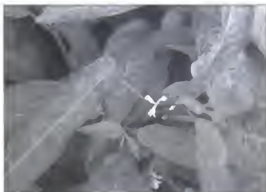
FIGURA 49
Planta de pepino dulce atacada por ToMV.



FIGURA 50
Necrosis en frutos de pepino dulce producida por ToMV.



FIGURA 51
Asfixia radical en tamarillo o tomate de árbol, producida por encharcamiento del suelo.





FIGURAS 52 y 53
Botones florales abortados por efecto de las altas temperaturas.



FIGURA 54
Exerción estigmática muy marcada, provocada por altas temperaturas.

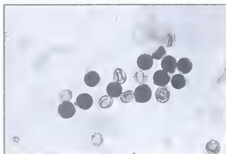


FIGURA 55
Polen con fertilidad disminuida por efecto de temperaturas máximas de 35 °C.

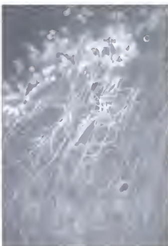


FIGURA 56
Las altas temperaturas no parecen afectar a la germinación del polen en el estigma y al crecimiento del tubo polínico.



FIGURA 57
Síntomas de helada en hojas y pequeños frutos.

5. Cultivo y manejo

PROPAGACION Y ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACION

El pepino dulce se propaga normalmente de forma vegetativa, mediante esquejes más o menos lignificados. Aunque la propagación por semilla también es posible, no se suele emplear en la práctica agrícola por varias razones. Por una parte, los cultivares de pepino dulce son por lo general altamente heterocigotos, por lo cual en la descendencia por semilla se produce una enorme segregación, dando plantas muy distintas entre sí, con diferentes formas y colores de los frutos, distintos tipos de hojas, y sobre todo, diferentes calidades organolépticas de los frutos, por lo que resulta imprescindible realizar selección entre estas plántulas obtenidas a partir de semilla (44). Por otra parte, la semilla, de pequeño tamaño (1 gramo contiene de 600 a 900 semillas), requiere de condiciones muy favorables para la germinación y para su desarrollo inicial (37). Este resulta muy lento y delicado, sobre todo en sus primeras fases, por lo que el aprovechamiento agronómico de la semilla en la mayor parte de los cultivares no es prácticamente viable. Existe también variabilidad para el comportamiento de la semilla; la de algunos cultivares germina fácilmente, mientras que para otros cultivares es necesario el cultivo *in vitro* para su germinación y desarrollo inicial (37, 114).

La propagación por estacas o esquejes es muy sencilla, dada la enorme facilidad con que éstos enraízan (Figuras 58 y 59). Para la obtención de esquejes es fundamental escoger las mejores plantas, las más vigorosas y productivas, las que presenten un mejor estado fitosanitario. Se cortan trozos de las ramas, de tipo semileñoso, de unos 25-35 cm. La implantación del cultivo se realiza mediante plantación directa o mediante trasplante.

Plantación directa

Los esquejes, recién cortados (21, 92) o dejados a la sombra durante 2 ó 3 días para que se produzca una ligera deshidratación y se promueva un rápido enraizamiento (121), se entierran entre 1/2 y 2/3 de su longitud. Es conveniente, sobre todo cuando las temperaturas son elevadas, sumergir los esquejes en una solución de un fungicida de amplio espectro (por ejemplo, TMTD al 2 por mil). La plantación se realiza con el suelo húmedo. A los 15 días ya se puede observar si el esqueje ha prendido, y es por lo tanto el momento adecuado para proceder a la reposición de los posibles fallos.

Este sistema de plantación directa es muy cómodo y económico, pero su viabilidad puede depender del tipo de suelo en el que se vaya a realizar el cultivo. En suelos sueltos, con buena porosidad, de textura más bien arenosa, el enraizamiento de los esquejes se ve muy favorecido, por lo cual este tipo de suelo resulta el más adecuado para la siembra directa. Sin embargo, en suelos pesados y arcillosos, que por otra parte demuestran ser igualmente aptos para el cultivo del pepino dulce, el enraizamiento es más difícil y puede llegar a convertirse en una operación imposible.

Trasplante

En los casos mencionados anteriormente es necesario establecer la plantación mediante el trasplante, ya sea de esquejes con un buen desarrollo de las raíces, o incluso de pequeñas plantas. Esta técnica puede ser conveniente también para posibilitar el cultivo del pepino dulce en áreas en las cuales las heladas constituyen un factor limitante al disminuir la duración del período hábil para el crecimiento y maduración. Se adelanta el cultivo trasplantando a campo plantas de un cierto tamaño, una vez ha pasado el período de riesgo de heladas, con lo cual se posibilita además el que la floración y el cuajado de frutos tengan lugar antes de que comiencen las altas temperaturas del verano.

MARCOS DE PLANTACION

En gran parte de las áreas de producción de Chile, Perú y Ecuador la planta de pepino dulce se cultiva sin ningún tipo de poda o entutorado, desarrollándose sobre el suelo de forma rastrera (Figura 60). Los marcos de plantación

empleados cuando se sigue esta forma de cultivo son muy variables. Así, por ejemplo, en Chile son usuales las plantaciones a marco cuadrado, de 0,8 a 1 m (3, 21, 29), existiendo la opinión entre los productores de que poblaciones mayores de 10 000 plantas por hectárea tienen efectos negativos sobre los rendimientos y sobre la calidad de los frutos (29).

En el Perú se suelen utilizar densidades menores, dejando de 1,0 a 1,5 m entre plantas y de 1,0 a 1,8 m entre surcos (43, 92), aunque también hay referencias de marcos mucho más estrechos (121), de 0,5 m dentro de surco por 0,8 m entre surcos.

Para facilitar el movimiento entre las plantas, en Australia y Nueva Zelandia (44, 58, 94) se sugieren menores distancias entre plantas dentro de la fila (0,3-0,6 m) y mayor separación entre las filas (1,5-2,0 m).

Esta forma de cultivo, desarrollándose la planta sobre el suelo (Figura 61), es muy sencilla y de bajo coste. Sin embargo, dependiendo del tipo de suelo y, sobre todo, de la presencia de precipitaciones durante el período final de maduración de los frutos, pueden producirse graves pérdidas por podredumbre de éstos o simplemente por deterioro de la epidermis, lo cual disminuye su valor comercial. Este problema resulta amplificado cuando lo que se pretende es la utilización del pepino dulce como fruta, ya que en este caso, para asegurar la máxima calidad es necesario recoger los frutos en el momento óptimo de madurez (véase «Momento de la recolección», pág. 108). En este estado los frutos son mucho más sensibles y se dañan con mayor facilidad que en el estado verde inmaduro, el adecuado para su utilización en ensalada. Una forma posible de obviar estos problemas es mediante el acolchado con plástico negro, o con *mulchings* realizados a partir de paja, cáscaras de cacahuete u otros restos vegetales, disponiendo sobre el suelo una capa de material vegetal seco (o bien de plástico negro) que evita el contacto de los frutos con la tierra. Estos acolchados y *mulchings*, además de mejorar la calidad de los frutos, impiden el desarrollo de las malas hierbas y ayudan a mantener la humedad del suelo. El acolchado con plástico negro, y en menor medida los *mulchings* vegetales, también pueden favorecer el crecimiento temprano de la planta y la maduración de los frutos. A pesar de que en algunas investigaciones realizadas en Nueva Zelandia (94) el uso del plástico negro no mejoró de forma significativa los

rendimientos, el acortamiento del período hasta inicio de fructificación debe repercutir en un incremento de la cosecha, sobre todo en climas en los que los inviernos fríos limitan la duración del ciclo de cultivo. En algunos cultivos, el plástico negro, al absorber la mayor parte de la radiación solar, puede alcanzar altas temperaturas y provocar quemaduras por contacto en los frutos. Sin embargo, en pepino dulce es poco probable que esto ocurra, dado que la planta desarrolla un abundante follaje que sirve de protección a los frutos.

SISTEMAS DE CONDUCCION DE LA PLANTA

Otra forma de evitar la pudrición de los frutos y mejorar su calidad es la utilización de algún sistema de entutorado que mantenga la planta y los frutos alejados del suelo. De esta forma los frutos reciben una mayor iluminación y mejora también la coloración de la epidermis, lo cual constituye un factor de calidad muy valorado en esta fruta. Por otra parte, la utilización de estos sistemas conduce normalmente a la obtención de mayores rendimientos por unidad de superficie, aspecto que resulta de especial interés cuando el cultivo se lleva a cabo bajo invernadero. Otra ventaja adicional es la mayor aireación de la planta y la mayor facilidad que presenta en estas condiciones para la aplicación de tratamientos fitosanitarios. El inconveniente principal es la mano de obra necesaria para llevar a cabo la conducción de la planta, ya que además suele ser necesario algún tipo de poda periódica.

En países con una agricultura tecnificada, como Nueva Zelandia y Australia, se han desarrollado sistemas de conducción de la planta, tanto para cultivo bajo invernadero como al aire libre.

Cultivo bajo invernadero

En Nueva Zelandia un sistema empleado cuando el cultivo se desarrolla bajo invernadero consiste en podar las plantas a tres guías, eliminando todos los brotes laterales. Se pueden dejar de tres a cinco racimos por guía, despuntando éstas unas pocas hojas por encima del último racimo floral (Figuras 62 y 63). Un inconveniente de este sistema es la competencia entre racimos de la misma guía (27, 94, 95). La fructificación del primer racimo parece

impedir o retrasar la fructificación de los superiores. Los autores de este libro han utilizado este sistema de conducción en numerosas experiencias y con una gran variedad de materiales vegetales (116, 117, 118), y han observado que la gran mayoría de los genotipos presentan este tipo de respuesta. Sin embargo, hay genotipos en los que la competencia entre racimos es poco marcada y la planta es capaz de mantener una buena secuencia de cuajado y fructificación en los distintos racimos.

Otro inconveniente es la mano de obra necesaria para las labores de poda de los brotes laterales. La mayor parte de los cultivares desarrollan varios brotes laterales en la misma axila foliar, por lo que es necesario realizar varias pasadas de poda, con el consiguiente incremento de los costes de cultivo. También para este carácter se ha obervado variabilidad entre los distintos genotipos, existiendo algunos que no rebrotan por el mismo punto, por lo cual para la mejora genética existe la posibilidad de desarrollar cultivares específicamente adaptados a este sistema de conducción (véanse «Fases del desarrollo reproductivo», pág. 27, y la Figura 15).

Cultivo al aire libre

Al aire libre también se suelen utilizar sistemas de entutorado. En Australia y Nueva Zelandia se guían los brotes entre dobles alambres, eliminando sólo los brotes inferiores que no pueden ser retenidos por los alambres. Cuando se emplea este sistema de conducción, las plantas se sitúan a una distancia de 0,8 a 1 m dentro de las hileras, dejando de 1,5 a 2 m de separación entre hileras. Los alambres se disponen normalmente a 0,25, 0,5 y 0,8 m de altura. Un sistema similar a éste (Figuras 64, 65 y 66), utilizado en España con frecuencia para el cultivo del pimiento en invernadero, ha sido empleado por los autores en experiencias realizadas tanto al aire libre como bajo protección plástica con buenos resultados (88). Estos sistemas tienen la ventaja, frente al de guías verticales, de requerir mucha menos mano de obra. Permiten mantener los frutos alejados del suelo y por consiguiente reducir el riesgo de podredumbres. Por contra, la iluminación de los frutos no se ve tan mejorada, ya que la planta presenta un follaje más abundante, que oculta parcialmente los frutos.

RIEGO

La planta de pepino dulce tiene un sistema radicular poco profundo. El manejo del riego es por consiguiente importante, y es conveniente mantener una alta frecuencia de riegos desde el comienzo del cultivo hasta que los frutos hayan alcanzado el tamaño adecuado.

Algunos autores sudamericanos recomiendan limitar los riegos cuando la planta esté en plena floración para favorecer el cuajado de los frutos, argumentando que el crecimiento vegetativo compite con la fructificación (92). Así, por ejemplo, en Chile (21) en general los riegos se dan cada 15-25 días, evitando un exceso de agua que pudiera favorecer en demasía el desarrollo vegetativo en detrimento del cuajado de los frutos. Con independencia de que este efecto pueda darse en cierta medida, los autores de este libro no han encontrado que sea necesario adoptar esta precaución, ni en los casos en que se ha realizado un cultivo entutorado (con lo cual se podría argüir que la poda está limitando o conteniendo el desarrollo vegetativo) ni en las experiencias en las que no se ha empleado ningún sistema de conducción ni poda de la planta. De hecho, la planta responde muy bien al riego por goteo, y hay referencias tanto en Chile (3) como en Nueva Zelandia y Australia (58, 94) en las que se recomienda mantener el suelo húmedo permanentemente. En cualquier caso, la planta de pepino dulce es tolerante al estrés hídrico, ya que recupera muy rápidamente su crecimiento vegetativo una vez pasadas las condiciones de estrés, a pesar de la lógica disminución o retraso que tiene lugar en la producción.

No se han observado problemas debido al exceso de humedad o al encharcamiento del suelo. En algunos ensayos, las plantas de pepino dulce han soportado condiciones de encharcamiento provocado por intensas lluvias, en suelos de textura franco-arcillosa, condiciones que no han sido toleradas por plantas de tomate contiguas a las de pepino dulce.

Para realizar recomendaciones específicas en cuanto a dosis y frecuencia de riegos, deben tenerse en cuenta características del suelo, como la capacidad de almacenamiento de agua, determinada fundamentalmente por la textura de éste. Los riegos serán más frecuentes y las dosis menores cuanto más ligero sea el suelo. Una mayor profundidad del suelo favorecerá su capacidad de retención de agua y consecuentemente el distanciamiento

entre los riegos. Asimismo, resulta importante considerar los factores climáticos que determinan las tasas de evapotranspiración, como la temperatura y humedad ambiental, la insolación, o el régimen de vientos, así como las precipitaciones.

Métodos de riego

Riego por inundación. *A manta o por tendido:* Es el sistema utilizado en la mayor parte de las zonas de producción en Chile (21). Para una mejor conducción del agua, se suelen hacer unos pequeños surcos entre las hileras de plantas. Es un sistema de riego que precisa de grandes cantidades de agua, así como de mano de obra. Otro inconveniente añadido es el hecho de que favorece la proliferación de malas hierbas. Sin embargo, puede resultar adecuado en regiones con alta pluviometría, en las que sólo sean necesarios unos pocos riegos de apoyo. Requiere terrenos llanos o con inclinaciones suaves.

Por surcos: Con respecto al anterior sistema presenta la ventaja de un menor consumo de agua y de mano de obra, así como la de no favorecer tanto la proliferación de malas hierbas. El riego por surcos también permite adaptarse a terrenos con mayores pendientes, en ocasiones considerables (Figura 67), siguiendo las curvas de nivel.

Riego por aspersión. Se emplea en regiones productoras con una agricultura más tecnificada y con alto coste de la mano de obra, como Nueva Zelandia o Australia (58). Este sistema de riego tiene la reconocida ventaja de poder ser utilizado para evitar ligeras heladas. Por el contrario, puede favorecer el desarrollo de enfermedades fúngicas, por lo que está totalmente contraindicado en zonas donde haya una alta incidencia de estas enfermedades (alternaria, mildiu o tizón tardío).

Riego por goteo. Entre las conocidas ventajas de este sistema de riego se encuentra el ahorro de agua que puede conseguirse, la posibilidad de utilizar agua de peor calidad, y la menor proliferación de malas hierbas. En algunos cultivos se ha señalado una influencia positiva del riego por goteo sobre el cuajado de los frutos, debido a que al mantener una humedad constante en

el suelo se elimina la posibilidad de estrés hídrico. No está claro si este último efecto tiene lugar en el cultivo de pepino dulce, pero sí ha resultado evidente en ensayos de los autores que la planta se adapta perfectamente a este sistema de riego, habiendo mostrado un excelente comportamiento productivo (Figura 68).

Tanto el riego por aspersión como el riego por goteo presentan la indudable ventaja de no precisar de terrenos llanos, ya que se adaptan perfectamente a cualquier tipo de terreno, incluso aquellos con fuerte pendiente o de nivelación altamente irregular.

ABONADO

Las cantidades de fertilizantes que deben ser aplicadas en un determinado cultivo dependen fundamentalmente de la fertilidad del suelo y de los anteriores cultivos que éste ha soportado. La mejor forma de determinar las fórmulas de abonado más adecuadas es siempre mediante un análisis de suelo. Desgraciadamente esto no siempre es posible, y no es siquiera una práctica habitual en aquellos casos en los que sí resulta viable, a pesar de los obvios beneficios que de ello se derivarían.

Otros factores que afectan a las dosis de abonado son los relacionados con las prácticas culturales, que pueden variar entre las distintas regiones productoras, según el sistema de riego empleado, y la duración del ciclo de cultivo, la cual viene determinada normalmente por condicionantes climáticos. Es necesario considerar además que las necesidades de abonado de un cultivo poco estudiado agronómicamente como el pepino dulce no se conocen con exactitud, requiriéndose una muy amplia experimentación para su determinación. Resulta evidente que las recomendaciones que se pueden dar son simplemente de tipo general, para que puedan servir de guía al agricultor a la hora de establecer el programa de abonado en un caso concreto.

En cuanto a la planta, el pepino dulce parece ser en principio poco exigente en cuanto a fertilización. Los productores chilenos mantienen (3, 21) que es posible obtener producciones satisfactorias en suelos considerados pobres para otros cultivos, suelos de poca profundidad y baja fertilidad. Existe la idea incluso de que los suelos de buenas características y alta fertilidad no

son convenientes para el cultivo del pepino dulce, debido a que favorecen un excesivo desarrollo vegetativo, el cual compite con la producción de frutos. No se debe perder de vista la gran variabilidad intraespecífica que presenta *Solanum muricatum*, la cual podría incluir respuestas a la fertilidad del suelo probablemente muy diferentes entre los distintos cultivares. Sin embargo, existen referencias sobre el cultivo de pepino dulce en el Ecuador, Perú, Nueva Zelandia, Australia, España, y también Chile (21, 58, 88, 92, 94, 113, 134) que indican que se obtienen altas producciones en suelos fértiles.

El pepino dulce es una planta rústica en cuanto a su adaptación a suelos de escasa fertilidad y en cuanto a su capacidad de producir en condiciones de aportes bajos o nulos de abonado, lo cual permite su cultivo en suelos considerados marginales, como ocurre en muchas áreas de producción del Ecuador, Perú y Chile. Esto no implica que, como todas las solanáceas cultivadas, manifieste una muy buena respuesta al abonado, el cual permite aumentar de forma importante los rendimientos. Sin embargo, para determinar las dosis de abonado de este cultivo resulta necesario manejar con precaución las aportaciones de nitrógeno. El crecimiento vegetativo de la planta responde de forma muy intensa a la fertilización nitrogenada (21, 68, 94); esta respuesta es muy evidente y compite con la fructificación cuando la planta se cultiva sin ningún tipo de poda, ya que ramifica abundantemente. Sin embargo, cuando la planta se conduce podando los brotes laterales, el crecimiento vegetativo queda limitado, con lo cual se mejora el cuajado y desarrollo de los frutos (107, 116). En estas condiciones de crecimiento vegetativo controlado por la poda, no resulta tan estricta la precaución necesaria en el uso del abonado nitrogenado, pero sigue siendo recomendable no realizar excesivas aportaciones de este elemento.

Extracciones de cosecha

En una experiencia realizada en Chile (134), en cultivo de pepino dulce en un suelo profundo, con un 2,9 por ciento de materia orgánica y contenidos altos en P y K disponibles, con un ciclo de cultivo de 250 días de duración, las extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio fueron las siguientes:

	Hojas	Tallos	Frutos	Total
Nitrógeno (N) *(kg/ha)*	125,2	48,4	36,6	**210,2**
Fósforo (P_2O_5) *(kg/ha)*	27,8	17,5	16,8	**62,1**
Potasio (K_2O) *(kg/ha)*	136,8	121,9	78,7	**337,4**

En principio las extracciones totales parecen bastante altas, casi comparables a las de un cultivo intensivo de tomate. Sin embargo, además de la gran duración del ciclo de cultivo, hay que tener en cuenta que si se consideran sólo las extracciones de nutrientes debidas a los frutos, éstas son muy bajas (36,6 kg/ha de N, 16,8 kg/ha de P_2O_5, 78,7 kg/ha de K_2O). La mayor parte de las extracciones corresponden a hojas y tallos, al contrario de lo que ocurre en tomate, donde son los frutos los responsables de la mayor parte de las extracciones. Las hojas acumulan prácticamente el 50 por ciento de los nutrientes absorbidos, por lo que sería conveniente que permaneciesen en el terreno, ya que de lo contrario las exportaciones de nutrientes del suelo serán mucho mayores. Sin embargo, ésta es una práctica poco recomendable desde el punto de vista de la protección fitosanitaria, ya que la incidencia de plagas y enfermedades se ve favorecida.

No obstante, hay que considerar que estos resultados se han obtenido en un cultivo realizado sin ningún tipo de poda o entutorado. En el caso de que el crecimiento vegetativo esté controlado o limitado, por ejemplo mediante la poda de los brotes laterales (véase «Sistemas de conducción de la planta», pág. 82), es indudable que será mucho menor la importancia relativa de la extracción de nutrientes debida a las hojas y tallo frente a la debida a los frutos.

Recomendaciones para distintas áreas productivas

Se revisarán a continuación las prácticas de abonado recomendadas en distintos países:

Chile. La mayor parte de los productores no utilizan ningún tipo de fertilizante. Algunos aplican de 100 a 200 kg de superfosfato triple y de 30 a 40 kg de nitrógeno por hectárea, basándose en su experiencia (21). En

general, se recomienda no más de 50 kg de N por ha, además de una aplicación de 10 a 15 toneladas de guano (3).

El fertilizante fosforado debe aplicarse antes de efectuar la plantación, mientras que el nitrógeno debe usarse en forma parcial inmediatamente después de plantar las estacas, aprovechando que el surco adyacente está húmedo. Otra porción del fertilizante nitrogenado debe aplicarse unos 30 días después de la plantación.

Perú. En el área del valle de Cañete, sobre la base de algunos análisis de suelo de la zona, se recomiendan las siguientes fórmulas de abonado (92):

	N	P_2O_5 *(kg/ha)*	K_2O
a)	150	120	110
b)	180	140	130

Si se supone que el abonado se realiza empleando únicamente los siguientes fertilizantes:

- nitrato sódico (16 por ciento de riqueza en N);
- superfosfato triple (46 por ciento de riqueza en P_2O_5);
- sulfato potásico (50 por ciento de riqueza en K_2O),

las dos fórmulas de abonado anteriores se conseguirían de la siguiente forma:

a) 938 kg/ha de nitrato potásico;
267 kg/ha de superfosfato triple;
220 kg/ha de sulfato potásico.

b) 1 125 kg/ha de nitrato potásico;
311 kg/ha de superfosfato triple;
260 kg/ha de sulfato potásico.

El nitrógeno se fraccionará en tres partes para su mejor aprovechamiento; en el primer abonado, al prendimiento del esqueje, se aplicará un tercio del

nitrógeno y todo el fósforo y el potasio, otro tercio del nitrógeno al inicio de la floración y el tercio restante 2 meses después. En todos los casos los abonos se aplicarán mezclados con estiércol en volúmenes iguales.

Otra recomendación algo distinta (43) consiste en aplicar materia orgánica en la preparación del terreno, fertilizando posteriormente con una dosis de 150 kg/ha de N, 80 kg/ha de P_2O_5, y 60 kg/ha de K_2O. Todo el P, el K y 1/3 del N se aplicarán al trasplante y el resto del N a los 2-4 meses.

Australia (58). En el caso de suelos fértiles, se recomienda la utilización de un abono complejo del tipo 12:10:10 (N:P:K), empleando unos 200 g por planta. Se aplicará de una sola vez, incorporándolo al terreno con anterioridad a la plantación. Teniendo en cuenta los marcos de plantación utilizados normalmente en Australia, estas cantidades equivalen aproximadamente a unas dosis de 160 kg/ha de N, 130 kg/ha de P_2O_5 y 130 kg/ha de K_2O. Si los suelos son de baja fertilidad, se pueden aplicar otros 100 g por planta del mismo abono a mediados del verano.

La planta de pepino dulce responde bien a una aplicación de abono orgánico incorporado al suelo antes de la plantación.

Nueva Zelandia. Se recomiendan, previo análisis de suelo, las mismas dosis de abonado que se utilizan corrientemente en el cultivo del tomate, aunque limitando normalmente la aportación de nitrógeno a un abonado base. Por término medio, esto puede representar unos 150 kg/ha de N, de 100 a 140 kg/ha de P_2O_5 y de 120 a 160 kg/ha de K_2O. Se pueden emplear igualmente los mismos tipos de fertilizantes que son usuales en el cultivo del tomate al aire libre (44, 94).

Disoluciones fertilizantes en cultivo sin suelo

Las técnicas de cultivo sin suelo están ganando últimamente considerable importancia. Permiten evitar o reducir la importancia de los problemas derivados de la escasez de agua de riego y de su mala calidad. El empleo de aguas salinas junto con las elevadas concentraciones de fertilizantes y la limitación en la cantidad de agua aplicada conducen irremediablemente a la progresiva salinización del suelo, con la consiguiente disminución de su

productividad. Otro tipo de problemas que pueden ser considerablemente soslayados mediante las técnicas de cultivo sin suelo es el producido por los patógenos del suelo, que en numerosos casos pueden llegar a convertir en imposible o en económicamente no viable la plantación de determinados cultivos.

El pepino dulce tiene una gran capacidad de adaptación a distintos tipos de suelos y también muestra una buena adaptación cuando se emplean estas técnicas de cultivo *sin suelo*. Hay referencias sobre ensayos de pepino dulce realizados utilizando este tipo de cultivo en Alemania, Italia, España e Israel (68, 107, 108, 116, 117, 141).

Aunque se precisa de mayor experimentación para determinar las concentraciones de nutrientes más adecuadas, los autores han obtenido un buen comportamiento productivo empleando la siguiente disolución fertilizante, utilizando como sustrato arena silícea:

Macroelementos

Nitrato cálcico: $(NO_3)_2Ca$	190 mg/l
Nitrato amónico: NO_3NH_4	330 mg/l
Fosfato monopotásico: PO_4H_2K	272 mg/l
Nitrato potásico: NO_3K	250 mg/l
Sulfato potásico: SO_4K_2	174 mg/l
Sulfato magnésico: $SO_4Mg.7H_2O$	370 mg/l

Oligoelementos

Fe	2 mg/l
Mn	1 mg/l
Cu	0,1 mg/l
Zn	0,1 mg/l
B	0,5 mg/l
Mo	0,05 mg/l

Las concentraciones de nutrientes principales en esta disolución fertilizante son:

N	P_2O_5	K_2O
172 mg/l	142 mg/l	295 mg/l

En Israel, en una experiencia para determinar la influencia del nitrógeno y de la salinidad sobre características de calidad del pepino dulce (107), se emplearon las siguientes concentraciones de nutrientes. El sustrato utilizado fue una mezcla de arena y perlita a volúmenes iguales.

N	P_2O_5	K_2O
42 mg/l	71 mg/l	250 mg/l
84 mg/l		
168 mg/l		

El nivel más bajo de nitrógeno, 42 mg/l (3 meq/l de NO_3), no resultó adecuado para el desarrollo de las plantas. En general, las diferencias en los niveles de nitrógeno no tuvieron demasiada importancia en la calidad de los frutos de pepino dulce.

PROTECCION FITOSANITARIA

Existen bastantes plagas y unas pocas enfermedades que pueden atacar al pepino dulce (véase el Capítulo 4, «Plagas y enfermedades»). Es de destacar sin embargo, que la planta es muy vigorosa, tolera altos niveles poblacionales de las principales plagas sin sufrir excesivos daños, y además se recupera rápidamente de ataques severos.

El manejo de la lucha contra plagas y enfermedades en pepino dulce podría realizarse de distintas formas. En general, en la evolución técnica de la protección fitosanitaria de los cultivos podrían señalarse varias etapas:

Lucha química indiscriminada o «a calendario». Se realizan tratamientos químicos independientemente de si la plaga o enfermedad está presente o no, y por supuesto, independientemente también de la presencia de posibles enemigos naturales de las plagas. A pesar de ser el sistema técnicamente más atrasado, es todavía por desgracia el más utilizado. En cultivos hortícolas, es el caso de los programas de tratamientos que recomiendan la aplicación

semanal de un organofosforado de amplio espectro (incluyendo una posible rotación de materias activas) junto con un acaricida, y la aplicación quincenal de algún fungicida. En caso de aparecer alguna plaga que no resulte controlada por estos tratamientos, se recurriría a algún producto más específico.

El pepino dulce puede mantenerse protegido sin ningún problema mediante este tipo de lucha química. Además, normalmente se puede prescindir de la realización de tratamientos fungicidas. Sin embargo, se trata de un sistema caro, tanto por el coste de los productos fitosanitarios como por el coste medioambiental. Es necesario recordar además que este tipo de estrategias de lucha es el que ha dado lugar a la aparición, de forma continua, de resistencias a los pesticidas en las principales plagas y enfermedades, así como ha contribuido a la aparición de nuevos insectos y ácaros dañinos al eliminar a sus enemigos naturales.

Lucha química aconsejada. Los tratamientos ya no se realizan en fechas fijas, sino en los momentos más adecuados, normalmente indicados por estaciones de avisos agrícolas.

Lucha dirigida. Implica la realización de tratamientos en caso de detectarse la plaga o enfermedad, en el momento más adecuado para su control y teniendo en cuenta los niveles de plaga. Es imprescindible por consiguiente la preparación técnica necesaria tanto para el reconocimiento del agente patógeno como para la determinación del momento más adecuado para el tratamiento. En este tipo de lucha se tienen en cuenta ya los efectos secundarios de los plaguicidas y la salvaguardia de los posibles enemigos naturales existentes.

Lucha integrada. Se define como un sistema de manejo de las plagas que, en el contexto del medio ambiente asociado y de la dinámica de la población de la especie, se sirve de todas las técnicas y métodos apropiados de la manera más compatible posible y mantiene las poblaciones de plagas a niveles inferiores a los que causarían daños económicos (Cuadro de Exper-

tos de la FAO en Control Integrado de Plagas, Primera Reunión, Roma, 1967).

El desarrollo de buenos programas de protección integrada requiere de amplio estudios. Por ejemplo, es necesario conocer los ciclos biológicos de las plagas, los de sus enemigos naturales, y, lo que es más difícil, su interrelación. En todos estos factores influyen mucho las condiciones ambientales, por lo que normalmente se precisa además de investigación y experimentación local, para cada caso en particular.

Uno de los conceptos básicos de la protección integrada es el de umbral económico de tratamiento, que es aquel nivel de población de la plaga que al ser sobrepasado necesita una intervención limitante, sin la cual las pérdidas en el cultivo que se producirían serían superiores al coste de la intervención y a los efectos indeseables que dicho tratamiento podría ocasionar. Para una misma plaga, el umbral económico de tratamiento varía con el cultivo, zona, época y valor final de la cosecha. No se combate una plaga en cuanto se detecta, sino que se intenta esperar a que se produzca su control biológico, y sólo en el caso de que se superen los niveles poblacionales correspondientes a su umbral se procede a su control químico. El pepino dulce puede soportar altos niveles de plaga y además no presenta problemas importantes de virus u hongos, todo lo cual facilitaría el desarrollo de programas de control integrado en este cultivo. De cualquier forma, sería necesaria mucha experimentación específica, si bien podrían extrapolarse al cultivo del pepino dulce algunos de los modelos desarrollados para el cultivo del tomate y otras hortícolas.

PLAGUICIDAS Y ENEMIGOS NATURALES ADECUADOS PARA PROGRAMAS DE CONTROL INTEGRADO EN PEPINO DULCE

Plaguicidas

Algunos de los plaguicidas que podrían utilizarse en el cultivo del pepino dulce dentro de un programa de control integrado, debido a que en general respetan a los enemigos naturales de las principales plagas, se indican a continuación. No obstante, es necesario considerar que la mayoría de estos pesticidas resultan en la actualidad bastante caros.

Contra la araña roja (*Tetranychus urticae*)

Abamectina: Es un producto penetrante, con marcada capacidad translaminar, pasa rápidamente al interior de la hoja donde mantiene su actividad, perdiéndola en la superficie foliar. Con un manejo adecuado, su efecto sobre los insectos beneficiosos es muy reducido.

Hexitiazox: Inhibe la síntesis de quitina en todos los estados del ciclo biológico de la araña roja (huevo-larva-ninfa-adulto), aunque se recomienda mezclar con un adulticida cuando las poblaciones de adultos son altas. No afecta a los coccinélidos (mariquitas), fitoseidos (ácaros depredadores) ni a las abejas.

Contra la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Buprofecín: Actúa por ingestión, contacto o inhalación. No afecta casi a los adultos de la mosca blanca, aunque impide la puesta. Tiene efecto también sobre coccinélidos (mariquitas), pero respeta a la mayoría de los otros enemigos naturales.

Contra las orugas (*Plusia, Heliothis, Spodoptera* y otras)

Bacillus thuringiensis var. *Aizawai:* Es un insecticida constituido por cristales de endotoxinas y esporas de *Bacillus thuringiensis*. Unicamente ataca a las orugas antes citadas y a otros lepidópteros, resultando prácticamente inocuo para el resto de la entomofauna. Los mejores resultados se obtienen cuando se aplica sobre los primeros estadios larvarios, lo que suele coincidir con la máxima captura de adultos.

Contra los pulgones

Pirimicarb: Es un producto específico contra pulgones, aunque no resulta eficaz frente a la especie *Aphis gossypii*.

Contra el minador de la hoja (*Liriomyza trifolii*)

Abamectina: De propiedades ya comentadas en el caso de la araña roja. Se trata de uno de los productos más eficaces contra *Liriomyza*.

Ciromazina: Producto sistémico, regulador del crecimiento que afecta a

CUADRO 8

Algunos enemigos naturales de plagas que atacan al pepino dulce

Plaga	Enemigo natural	Grupo	Observaciones
Araña roja *Tetranychus urticae*	*Phytoseiulus persimilis*	Acaro fitoseido	Específico. Producción comercial
	Amblyseius californicus	Acaro fitoseido	Polífago. Producción comercial
	Orius spp	Hemiptero antocórido	Polífago. Producción comercial, algunas especies
	Stethorus sp.	Coleóptero coccinélido	Polífago
	Chrysopa sp	Neuróptero crisópido	Polífago. Producción comercial
Pulgones	*Coccinella septempunctata, Adalia bipunctata, Scymnus* spp.	Coleópteros coccinélidos	Depredadores polífagos
	Chrysopa sp.	Neuróptero crisópido	Depredador polífago
	Metasyrphus corollae *Episyrphus balteatus*	Dipteros sírfidos	Depredadores polífagos
	Aphidoletes aphidimyza	Díptero cecidómido	Depredador específico. Producción comercial
	Aphidius matricariae *Aphidius colemani* *Praon volucre*	Himenópteros afídidos	Parasitoides específicos. Producción comercial
	Lysiphlebus testaceipes		Específico
Moscas blancas *(Trialeurodes vaporariorum* y	*Encarsia formosa*	Himenópteros afelínidos	Parasitoide. Producción comercial

CUADRO 8

Algunos enemigos naturales de plagas que atacan al pepino dulce (conclusión)

Plaga	Enemigo natural	Grupo	Observaciones
Bemisia tabaci)	*Encarsia tricolor*		Parasitoide
	Eretmocerus mundus		Parasitoide sobre *B. tabaci*
	Macrolophus caliginosus *Dicyphus tamaninii*	Hemipteros míridos	Depredador polífago Polífago, fitófago
	Chrysoperlla sp. *Chrysopa* sp.	Neurópteros crisópidos	Depredadores polífagos. Producción comercial
	Verticillium lecanii	Hongo patógeno	Polífago. Producción comercial
Minadores *Liriomyza* spp.	*Diglyphus isaea*	Himenóptero eulófido	Ectoparásito específico. Producción comercial
	Dacnusa sibirica	Bracónido	Endoparásito específico. Producción comercial
Orugas comedoras de hojas (plusias)	*Trichogramma* spp.	Himenóptero	Parasitoides de huevos de *H. armigera* o plúsidos
	Chrysoperlla sp. *Chrysopa* sp.	Neurópteros crisópidos	Depredadores generalistas de huevos y pequeñas orugas

larvas de *L. trifolii* y otras moscas minadoras de hojas. Actúa por ingestión y contacto. No tiene efecto sobre los adultos.

Prácticas culturales

En los programas de protección integrada se tiene muy en cuenta el empleo de prácticas culturales que contribuyan a evitar en lo posible el empleo de pesticidas y herbicidas. Algunas de estas prácticas en el cultivo del pepino dulce podrían ser:

- Limpieza de malas hierbas que pueden constituir reservorios de plagas. Se ha de realizar tanto dentro de la parcela de cultivo como en los alrededores de ésta.
- Eliminación de los restos de cultivo, los cuales frecuentemente pueden ser focos de infección de enfermedades para el cultivo siguiente, así como pueden hospedar alguna plaga.
- En el caso del minador de las hojas (*Liriomyza trifolii*), eliminación de las primeras hojas con minas, con lo que se puede llegar a evitar infestaciones de la parcela de cultivo.
- Utilización de acolchados y *mulchings* vegetales para impedir el desarrollo de malas hierbas, mejorar la calidad de los frutos y mantener la humedad del suelo.

MALAS HIERBAS

Cuando el cultivo del pepino dulce se realiza sin poda ni entutorado, el propio follaje de la planta es suficiente para impedir el crecimiento de malas hierbas, sobre todo de las especies anuales. Sin embargo, la planta joven no es capaz de competir adecuadamente, especialmente con las malas hierbas perennes, por lo que es necesario normalmente el control manual de éstas en las primeras etapas del cultivo.

En las zonas de cultivo del pepino dulce en Chile estos trabajos se realizan manual y mecánicamente. El marco de plantación empleado es lo suficientemente ancho como para que pueda pasar entre las plantas el caballo o tractor con la cultivadora (21), mientras que en la cercanía de las plantas las malas hierbas se eliminan manualmente. En la zona central de Chile, el

número de labores que es necesario realizar para un adecuado control de las malas hierbas varía entre dos y cuatro. En la zona del Norte Chico las condiciones climáticas son mucho más favorables para el crecimiento de las malas hierbas, por lo que son necesarias entre siete y diez labores, aumentando de forma muy importante los costes de cultivo.

Hay poca información disponible sobre el uso de herbicidas en pepino dulce. En Nueva Zelandia, algunas pruebas realizadas sugieren que la utilización de trifluralina antes del trasplante y posteriores aplicaciones de metribuzina pueden ayudar al control de las malas hierbas.

La utilización de acolchados de plástico negro o de *mulchings* con restos vegetales, a pesar del incremento de costes de cultivo que suponen y de la mayor dificultad en el manejo de los sistemas de riego cuando éstos son de tipo no localizado, posibilitan un excelente control de las malas hierbas. Estos sistemas deben ser tenidos muy en cuenta en zonas donde las malas hierbas constituyen un serio problema.





FIGURAS 58 y 59
Esquejes enraizados de pepino dulce.



FIGURA 60
Cultivo de pepino dulce sin poda ni entutorado.



FIGURA 61
Frutos maduros en contacto con el suelo.

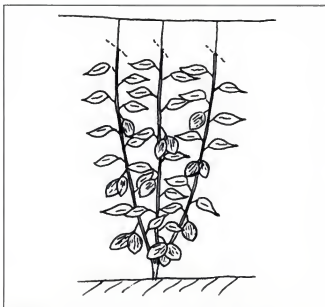
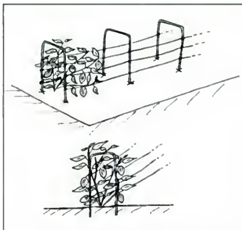


FIGURA 62
Sistema de conducción de la planta mediante guías verticales.



FIGURA 63
Conducción de la planta mediante guías verticales en cultivo bajo invernadero.



FIGURAS 64, 65 y 66
Sistema de entutorado para cultivo al aire libre o bajo invernadero del pepino dulce.







FIGURA 67
Riego por surcos, siguiendo las curvas de nivel, en una plantación de pepino dulce en el Ecuador.



FIGURA 68
Riego por goteo en pepino dulce.

6. Recolección y postcosecha

La maduración de los frutos de pepino dulce no tiene lugar de forma agrupada, por lo que la cosecha suele extenderse a lo largo de un considerable período de tiempo.

En Chile la recolección se realiza normalmente desde enero hasta agosto-septiembre, dependiendo de la zona (21). Mientras que en la zona central la cosecha se detiene por efecto de las heladas del invierno, en la zona de La Serena se puede producir pepino dulce durante todo el año, organizándose las plantaciones con la intención de producir fruta en los momentos de menor competencia en el mercado.

En el Perú (43, 92) también resulta posible plantar pepino dulce a lo largo de todo el año, aunque se tiende a establecer dos épocas de plantación, una temprana entre diciembre y febrero y otra tardía entre marzo y junio, por lo cual el período principal de producción sería de mayo a febrero.

En Australia (58) el período de cosecha se extiende desde finales de enero hasta mediados de mayo, siendo la finalización del período de riesgo de heladas la que determina las fechas de plantación en primavera temprana. Igualmente, en Nueva Zelandia, las últimas heladas de la primavera y las primeras del otoño limitan la longitud del ciclo de cultivo al aire libre. Así, en la zona de Canterbury, en la isla sur, la época más temprana en que se puede plantar al aire libre, sin protección, es a primeros de noviembre. El ciclo de cultivo finaliza con la llegada de las primeras heladas del otoño, las cuales son causa normalmente de que gran parte de los frutos queden verdes, sin llegar a madurar. En otras localidades más cálidas de Nueva Zelandia se puede plantar de forma más temprana. En el Norte, el pepino dulce se puede cultivar como un cultivo de otoño-invierno-primavera.

La introducción del pepino dulce en Nueva Zelandia se realizó pensando fundamentalmente en el cultivo al aire libre (94). Sin embargo, en la actualidad es muy frecuente la utilización de invernaderos y otros sistemas

de protección climática, de forma que las posibilidades de ciclos de cultivo son más variadas. El período principal de comercialización va de diciembre a junio.

En Israel (107, 108), los Países Bajos (63, 142) o Turquía (48), las primeras experiencias de cultivo del pepino dulce también se están realizando en invernadero.

En España, el pepino dulce puede ser cultivado al aire libre en localidades del norte (119), de climas con veranos frescos y temperaturas máximas no demasiado elevadas, lo que permite un adecuado cuajado de frutos. El inconveniente principal es que el período de cosecha no puede ser demasiado largo, ya que está limitado por la llegada de los fríos del otoño-invierno. En climas con veranos más cálidos, como en los de las principales zonas hortícolas del Mediterráneo y del sur, el cultivo es conveniente llevarlo a cabo en invernadero o mediante la utilización de algún tipo de protección climática, ya que resultan necesarios tanto para acelerar la maduración de los frutos si se realiza un cultivo de invierno, como para conseguir que la planta entre en floración y se produzca un buen cuajado de frutos antes de que comiencen las altas temperaturas del verano.

RENDIMIENTOS

Hay que tener en cuenta que la cosecha no se realiza de forma agrupada, por lo que los rendimientos dependerán de forma fundamental de la duración del período de recolección, que a su vez viene determinado por los ciclos de cultivo y por las condiciones climáticas. Los rendimientos también variarán de forma muy importante con las técnicas agronómicas empleadas y con los cultivares utilizados.

En Chile, Lizana y Levano (81), estiman que el pepino dulce puede producir unos 80 frutos por planta, lo que significa unas 100 t/ha, en un período de cosecha que va desde febrero hasta agosto. Sin embargo, Bravo y Arias (21) dan como rendimientos normales, cifras que oscilan entre las 11 y las 38 t/ha, dependiendo de la zona de cultivo en Chile. En una experiencia realizada con distintas densidades de plantación, Carriel *et al.* (29) llegaron a obtener 89 t/ha con una densidad de plantación de

44 500 plantas por hectárea, aunque el tamaño y el contenido en sólidos solubles de los frutos disminuyó.

En el Perú, en la zona del valle de Cañete, Mejía (92) da como normales rendimientos entre las 18 y las 25 t/ha. Otros autores (43) ofrecen como rendimientos medios para el pepino dulce en el Perú unas 35 t/ha.

Los rendimientos medios citados en Nueva Zelandia están comprendidos entre las 40 y las 60 t/ha, llegando en ocasiones a las 80 t/ha.

Los sistemas de entutorado pueden aumentar los rendimientos por unidad de superficie, lo que resulta particularmente interesante cuando los cultivos se realizan bajo invernadero. Así, en experiencias realizadas en España, se han obtenido rendimientos superiores a los 15 kg/m^2 utilizando sistemas de conducción de la planta con guías verticales (véase «Sistemas de conducción de la planta», pág. 82).

¿ES EL PEPINO DULCE UN FRUTO CLIMATERICO?

Existe bastante controversia entre autores de distintos países acerca del carácter climatérico o no del fruto de pepino dulce. Lizana y Levano (81), trabajando con pepino dulce chileno, afirman basándose en sus características respiratorias que el fruto es climatérico. Igualmente, Bravo y Arias (21), también en Chile, afirman que el fruto de pepino dulce puede continuar su proceso de maduración aun después de separado de la planta, para lo cual requiere temperaturas por encima de los 15 °C. Además, según estos autores, el proceso es estimulado por la acción del etileno. Las investigaciones más recientes arrojan resultados aparentemente contradictorios. En Australia, El-Zeftawi *et al.* (46) encuentran que en el cultivar de pepino dulce Golden Splendour los tratamientos en postcosecha con ethephon (producto liberador de etileno), pueden disparar la producción interna de etileno y la maduración del fruto, mejorando el color, los °Brix y el aroma, aunque para ello son necesarias dosis altas (500 ppm). Sin embargo, Cantwell *et al.* (28) y Harman *et al.* (62), describen para el cultivar Toma (procedente de Chile), patrones tanto de respiración como de producción de etileno no climatéricos. Igualmente, Heyes *et al.* (70), trabajando en Nueva Zelandia con el cultivar El Camino (el cual también procede de Chile), llegan a la conclusión de que el pepino dulce debe clasificarse como un fruto no climatérico, ya que

el propileno no estimuló la síntesis endógena de etileno, aunque produjo un incremento transitorio en la actividad respiratoria, aceleró el cambio de color del fruto y el ablandamiento de éste. El contenido en sólidos solubles no se modificó.

En el origen de esta controversia puede estar implicado, por una parte, el mismo concepto o definición de fruto climatérico. Por otra parte, en todos los estudios antes citados se ha trabajado con un único cultivar. Se desconoce, una vez más, la enorme diversidad genética que presenta el pepino dulce, cuya importancia es considerable y que podría incluir respuestas diferentes para diferentes cultivares. De hecho, esto es lo que parecen sugerir las experiencias de los autores de este libro realizadas empleando una gran diversidad de material vegetal, procedente del Ecuador, Perú, Chile y Nueva Zelandia.

MOMENTO DE LA RECOLECCION

El momento de la recolección está condicionado por el comportamiento climatérico o no climatérico del cultivar. Bravo y Arias (21) refieren una práctica seguida por muchos productores chilenos de pepino dulce, consistente en poner los frutos cosechados sobre una capa de paja o arena y cubrirlos con una carpa plástica. De esta forma se aumentaría la temperatura y la concentración de etileno producido por los mismos frutos, obteniéndose así una maduración más uniforme.

En otros países de América del Sur productores de pepino dulce, como Ecuador, Perú y Colombia, también existe la costumbre de recolectar los frutos en un estado bastante inmaduro, con lo cual se facilita su transporte al ser más resistentes a los golpes. El estado de madurez en el que se recogen los frutos depende del tipo de uso al que vayan destinados.

Sin embargo, tanto en Nueva Zelandia (94), como en Australia (46, 58) y España, se insiste en que para obtener la máxima calidad organoléptica es necesario que el fruto alcance en la planta un estado muy próximo a su madurez, ya que el tipo de uso es fundamentalmente como fruta fresca y aromática.

INDICES DE MADUREZ

En Australia (46) se han propuesto como índices para evaluar la madurez de los frutos de pepino dulce los siguientes:

- color de la piel;
- resistencia a la presión medida con penetrómetro;
- porcentaje de jugo;
- contenido en sólidos solubles estimado por refractómetro.

Así, para el cultivar Golden Splendour, y para su uso como fruta, se recomiendan las siguientes características:

- color de fondo de la piel amarillo dorado;
- resistencia a la presión de 2 kg/cm^2;
- mínimo de 40 por ciento de jugo;
- contenido en sólidos solubles de 9 °Brix.

Es necesario considerar que estos índices tienen un valor relativo en cuanto que su utilidad depende mucho del cultivar. Por ejemplo, El-Zeftawi *et al.* (46) afirman que los frutos del cultivar Golden Splendour no cambian su contenido en sólidos solubles una vez que han alcanzado los 9 °Brix, alrededor de 6 semanas antes de la cosecha. Por el contrario, en Nueva Zelandia (110), en el cultivar El Camino, se describen durante la maduración de los frutos en la planta valores de las concentraciones de azúcares, 6 semanas antes de la maduración, 3 semanas antes, y una vez maduro el fruto (Cuadro 9).

Una evolución muy similar fue obtenida en Israel (123) trabajando con una línea de mejora de pepino dulce.

Sobre la base de la experiencia de los autores de este libro, se hace hincapié en la importancia de recoger los frutos en un momento cercano al óptimo de madurez para garantizar la máxima calidad del pepino dulce como fruta. El indicador más cómodo y fiable es el cambio de color de la piel, pero para poder emplearlo adecuadamente es necesario conocer el cultivar en particular. Además, hay que considerar que la coloración de la epidermis está bastante influida por las condiciones ambientales, en particular por la iluminación que reciben los frutos (Figura 69).

En la mayor parte de los cultivares la piel del fruto es al principio verde. Cuando el fruto ya ha alcanzado prácticamente su tamaño máximo, apare-

CUADRO 9

Evolución de los azúcares durante la maduración de los frutos en la planta

	6 semanas	3 semanas	Maduración
Fructosa (mg/100g)	1 890	1 550	1 440
Glucosa (mg/100g)	1 200	990	930
Sacarosa (mg/100g)	63	840	2 630
Total de azúcares	3 153	3 380	4 990
°Brix	5,0	6,2	9,3

Fuente: Redgwell y Turner, 1986.

cen unas vetas moradas, marrones o incluso negras, manteniéndose el color de fondo verde. Al madurar, el color de fondo vira a un verde pálido o amarillento, y posteriormente pasa a un color amarillo claro o amarillo dorado, según el cultivar (Figura 70). Existen otros cultivares con el color de fondo blanco y que también presentan vetas. Al madurar, pasan a un color que puede ser amarillo cremoso o amarillo dorado (Figura 71). Para complicar algo más la situación, también existen algunos cultivares en los cuales el veteado es de color verde oscuro, incluso en la madurez (Figura 72). En éstos, el color de fondo del fruto maduro es un amarillo claro.

Intentos de evaluar el estado de madurez de los frutos de pepino dulce mediante medición por colorímetro se han revelado menos eficaces y precisos que la evaluación subjetiva mediante apreciación visual (70).

TRATAMIENTOS PARA ADELANTAR Y AGRUPAR LA RECOLECCION

El período de recolección puede durar varios meses. Como los frutos no maduran de forma agrupada, es necesario realizar varias cosechas seleccionando la fruta madura, con los costes de mano de obra que ello implica. Además, desde el cuajado hasta la maduración del fruto pueden transcurrir de 2 a 3 meses (15), dependiendo del cultivar y de las condiciones climáticas.

En Chile se han realizado experiencias de aplicación de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfónico, precursor del etileno) a la planta entera, para determinar si es posible agrupar la producción de forma que se pueda disminuir el

número de cosechas, así como modificar las fechas de maduración de los frutos para adaptarse mejor a las expectativas de mercado (14). Se probaron dosis de 30, 60 y 90 ppm, encontrándose que la dosis mayor provocó que la curva de rendimiento se adelantara aproximadamente una semana. Todas las dosis causaron cierto grado de abcisión de flores, llegando al 100 por ciento en el caso de la dosis mayor, que incluso provocó caída de hojas. Estos tratamientos en precosecha no tuvieron efectos importantes en la postcosecha, durante 32 días de almacenamiento de los frutos a 4,5 °C.

Si se lleva a cabo un cultivo entutorado del pepino dulce, es posible normalmente realizar tratamientos localizados de ethephon al fruto, de forma que se pueden emplear dosis mucho más altas sin que la planta resulte afectada. En España, Maroto *et al.* (86) emplearon dosis de 1 000 y 2 000 ppm de ethephon, aplicado directamente a los frutos en la planta cuando éstos ya habían alcanzado el tamaño final, obteniendo con la dosis más alta un adelanto de la madurez comercial de los frutos variable entre 1 y 3 semanas con respecto al control. Asimismo, Valcárcel (136) probó dosis de 300, 600 y 900 ppm de ethephon aplicadas también al fruto en la planta. Con la dosis de 900 ppm encontró un adelanto medio de 15 días en la madurez de los frutos. En ambos casos, no se observaron síntomas de fitotoxicidad en las plantas.

ENVASADO

En Chile (21), los frutos cosechados se entregan en cajas rectangulares de madera, normalmente conocidas como «cajas manzaneras», que pueden contener unos 18-19 kg de fruta. En la zona de La Serena se utiliza la llamada «java para pepino», también de madera, con unas ranuras en los costados, que da cabida a unos 19 kg de fruta.

En el Perú (92), el fruto se comercializa en cajones que contienen un promedio de unos 30 kg de fruta. En el Ecuador es corriente la utilización de javas similares a las referidas en la zona de La Serena, en Chile (Figura 73).

Sin embargo, si los frutos de pepino dulce se recogen bastante maduros, son sensibles a la manipulación, y ligeros golpes o rozamientos propios del manejo o amontonamiento de los frutos producen muy frecuentemente

manchas por debajo de la piel que afean el aspecto del fruto. Este defecto ha sido identificado como un factor limitante del desarrollo del pepino dulce como un cultivo comercial, sobre todo pensando en el comercio internacional (61). La aparición de este manchado está muy influida por las temperaturas a las cuales tiene lugar la maduración de los frutos. Cuando éstos se desarrollan a temperaturas altas, manifiestan de forma mucho más intensa este problema que cuando lo hacen a temperaturas moderadas o frescas. Sin embargo, el pepino dulce también presenta variabilidad genética para este carácter. Se ha observado que algunos cultivares son muy sensibles a este manchado, mientras en otros no llega a constituir un problema importante.

Cuando los frutos de pepino dulce se recogen maduros es prácticamente imprescindible utilizar algún tipo de envase con acolchado que proteja al fruto de los golpes y rozamientos. En Chile se ha utilizado para la exportación de pepino dulce los mismos envases de madera que se emplean en la exportación de uva (21). Los frutos, de tamaño mediano y dispuestos en una sola capa, se protegen con virutas de madera. Otros materiales que pueden servir para el acolchado de los frutos son el papel desmenuzado y los cojines de espuma. También se pueden proteger envolviéndolos individualmente, de forma similar a como se suele hacer con frutos como la chirimoya.

CLASIFICACIONES COMERCIALES DE LOS FRUTOS

En los países de América del Sur donde se cultiva el pepino dulce, fundamentalmente Chile, Ecuador, Perú y Colombia, no se conocen normas de calidad que especifiquen clasificaciones de los frutos. Una clasificación utilizada en Chile para la distribución al por mayor en el mercado nacional es la siguiente (21):

Clase	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Peso medio (g)
Huevo	11-12	8,5	300-400
EE	11	7,5	246-264
E	9-10	6-6,5	148-154
Segunda	8-9	5,5-6	
Tercera	7-8	4,5-5	

En Estados Unidos, Europa e Israel, según comunicaciones personales de consumidores escogidos al azar (107), los frutos de pepino dulce se prefieren de tamaño mediano, de formas elipsoides, con un peso entre los 100 y los 300 g. Parece evidente en principio que frutos con formas elipsoidales o redondeadas, en torno a los 200 g, y lo más uniforme posibles, permitirían una manipulación más sencilla y una presentación más adecuada (Figura 74).

CONSERVACION Y ALMACENAMIENTO

Los frutos de pepino dulce, si están limpios y libres de golpes y daños en la piel, pueden conservarse en buenas condiciones durante bastante tiempo. Aunque siempre hay que tener en cuenta la gran variabilidad que puede haber entre cultivares, los frutos maduros de pepino dulce pueden conservarse a temperatura ambiente (20-25 °C) por más de 15 días sin pérdidas de calidad (46, 58, 94, 107, 118).

Es posible alargar considerablemente su período de conservación mediante almacenamiento refrigerado. En un estudio llevado a cabo en Chile (81) se afirma que los frutos se pueden almacenar durante 75 días, siendo las condiciones óptimas una temperatura de 5 °C y una humedad relativa entre el 85 y el 95 por ciento. Los frutos cosechados con un color de fondo verde amarillento (madurez intermedia) se conservaron mejor que los de color de fondo amarillo (más maduros) y que los de color verde blanquecino (menos maduros). Asimismo, se determinó que la temperatura de congelación del fruto de pepino dulce es de –3,1 °C cuando su contenido en sólidos solubles corresponde a 9,6 °Brix, y de –1,8 °C cuando el contenido en sólidos solubles es de 6,2 °Brix.

En Australia (58) se encontró que el fruto se conserva bien por más de 60 días a temperaturas entre 5 y 10 °C, y un autor de Nueva Zelandia (94) refiere que el mantener los frutos maduros durante cuatro semanas a 10 °C realmente mejora sus cualidades gustativas. En Italia (16) se sugieren 10 °C de temperatura y 90 por ciento de HR como condiciones óptimas para la conservación del pepino dulce. Bajo estas condiciones los frutos pueden durar de 3 a 4 semanas.

Cambios producidos durante el almacenamiento

Esta es una cuestión para la cual también podrían existir comportamientos sensiblemente diferentes entre cultivares. Sin embargo, en general puede decirse que los cambios que experimenta el pepino dulce en el almacenamiento son poco importantes. Durante 15 días a temperatura ambiente, los frutos maduros sufren una pérdida de peso por deshidratación variable entre el 3 y el 5 por ciento (107, 118), y una pérdida de firmeza de la carne que oscila entre un 10 y un 30 por ciento (46, 107, 118), mientras que no experimentan cambios significativos en su contenido en sólidos solubles. Sin embargo, un cambio notable es el señalado por Pluda *et al.* (107) en el contenido en Vitamina C de los frutos, el cual experimentó incrementos muy variables al cabo de los 15 días, pudiendo llegar en ocasiones a ser superiores al 100 por ciento.

ENFERMEDADES Y PROBLEMAS FISIOLOGICOS EN POSTCOSECHA

Enfermedades fúngicas

En ocasiones pueden aparecer durante el almacenamiento de los frutos podredumbres negras, probablemente causadas por el hongo *Alternaria*. Estas normalmente comienzan en la zona cercana al pedúnculo, extendiéndose en forma de mancha circular.

Otras podredumbres que también pueden aparecer en el almacenaje son las causadas por *Botrytis cinerea* y por *Penicillium* (81).

Para evitar estos problemas en el almacenamiento es fundamental llevar a cabo una buena limpieza y selección de los frutos, eliminando los que presenten cualquier daño o magulladura. En estas condiciones, frutos limpios y sin heridas, no resulta necesaria la realización de tratamientos fungicidas postcosecha.

Desórdenes fisiológicos

Daños por bajas temperaturas. Temperaturas por debajo de 0 °C, sin llegar a la congelación, pueden producir un pardeamiento y ablandamiento de la pulpa que afecta rápidamente a todo el fruto. También las temperaturas entre +1 y +3 °C pueden favorecer la incidencia de manchas pardas en la

superficie del fruto. Bajo la epidermis, la pulpa adquiere un color pardo claro y un aspecto acorchado (81).

Descomposición interna. Se presenta en ocasiones cuando frutos sobremadurados son almacenados por períodos largos en cámara frigorífica. La pulpa se seca y adquiere una textura harinosa y una coloración parda clara (81).

Industrialización

El pepino dulce es una fruta ligera, jugosa y muy aromática. Su uso fundamental debe ser por tanto, como fruta fresca. Sin embargo, es un fruto muy versátil (94), y además de poderse utilizar en mermeladas y confituras, se han hecho algunas experiencias en relación con su empleo industrial, tanto en conserva (89, 140) como para la preparación de jugos (125).



FIGURA 69
Influencia de la iluminación en la coloración de la epidermis. Los frutos son de la misma planta; los de la izquierda han sido más expuestos a la luz.



FIGURA 70
Cambio en el color de la epidermis con la maduración, de un verde pálido a amarillo.

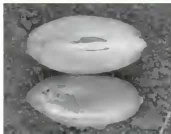


FIGURA 71
Frutos maduros con veteado de color verde.



FIGURA 72
Cambio en el color de la epidermis con la maduración, de un verde pálido a amarillo.



FIGURA 73
Cajas de madera utilizadas en el Ecuador para la comercialización del pepino dulce.



FIGURA 74
Los frutos de pepino dulce de formas redondeadas se adaptan muy bien a la manipulación y envasado.



FIGURA 75
Podredumbre negra durante la postcosecha.





FIGURAS 76 y 77
Desórdenes fisiológicos producidos durante el almacenamiento.

Bibliografía

1. **Acosta, J.** 1590, ed. 1987. *Historia natural y moral de las Indias*. Vol. 1. Hispano-Americana de Publicaciones, Sevilla, España.
2. **Aiton, W.** 1789. Hortus kewensis, *or a catalogue of the plants cultivated in the Royal Botanic Garden at Kew*. Vol. 1. Royal Botanic Garden at Kew, Londres, Reino Unido.
3. **Alvarado, P.** 1982. El cultivo del pepino dulce (*Solanum muricatum*, Ait.). Documento docente. 6 pp., Universidad de Chile, Santiago, Chile.
4. **Anderson, G.J.** 1975. The variation and evolution of selected species of *Solanum* section *Basarthrum*. *Brittonia*, 27: 209-222.
5. **Anderson, G.J.** 1977. The variation and evolution of selected species of *Solanum* section *Basarthrum* (Solanaceae).II. *Brittonia*, 29 :116-128.
6. **Anderson, G.J.** 1979. Systematic and evolutionary consideration of *Solanum* section *Basarthrum*. En: J.G. Hawkes, R.N. Lester y A.D. Skelding, eds. *The biology and taxonomy of the Solanaceae*. Linnean Society Symposium Series N° 7. Londres, Reino Unido. Págs.549-562.
7. **Anderson, G.J. y Bernardello, L.M.** 1991. The relationships of *Solanum cochoae* (*Solanaceae*), a new species from Peru. *Novon*, 1: 127-133.
8. **Anderson, G. J. y Gensel, P.G.** 1976. Pollen morphology and the systematics of *Solanum* section *Basarthrum*. *Pollen et Spores* 13: 533-552.
9. **Anderson, G.J. y Jansen, R.K.** 1995. *Contributions to the study of the origin and relationships of the "Pepino dulce"*, Solanum muricatum. Abstract of the Annual Meeting of the Botanical Society of America, 316. 6-10 de agosto de 1995. San Diego, California, Estados Unidos.
10. **Anderson, G.J., Seinharter, T.P. y Cooper-Driver, G.** 1987. Foliar flavonoids and the systematics of *Solanum* section *Basarthrum*. *Systematic Botany*, 12(4): 534-540.
11. **Andradenaser, T.** 1984. *Multiplicación in vitro del pepino dulce* (Solanum

muricatum *Ait.*). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota. Chile.

12. **Anónimo.** 1892. The pepino. *Solanum muricatum* - Recent publications. *Garden and Forest*, 5: 95-96.
13. **Anónimo.** 1903. Melon-pear. *Gardeners' Chronicle*, 34: 160.
14. **Araya, J.A.** 1987. *Efecto de diferentes dosis de ethephon en precosecha sobre rendimientos, calidad y comportamiento en postcosecha de pepino dulce* (Solanum muricatum *Ait.*). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota. Chile.
15. **Arenas, L.A.** 1992. *Monografía del pepino dulce* (Solanum muricatum *Ait.*). Facultad de agronomía. Universidad Católica de Valparaíso, Quillota. Chile.
16. **Baccarini, P.** 1908. Il pera-melone (*Solanum muricatum* Ait.). Una nuova pianta da frutto da coltivarsi in Italia. *Bolletino della Reale Società Toscana di Orticultura*, 33: 327-331.
17. **Bayley, L.H.** 1965. *Solanum muricatum*, Ait. Pepino. *Manual of cultivated plants*. The Macmillan Company. Pág. 869.
18. **Bakker.** 1995. Melón 'Pepino' (Publicidad). Catálogo Bakker España, Primavera 1995: 15.
19. **Bernardello, L.M. y Anderson, G.J.** 1990. Karyotypic studies in *Solanum* section *Basarthrum* (Solanaceae). *American Journal of Botany* 77: 420-431.
20. **Bitter, G.** 1913. Zur Stammesgeschichte der Formen des *Solanum muricatum*. *Feddes Repertorium*, 12: 441-444.
21. **Bravo, A. y Arias, E.** 1983. Cultivo del pepino dulce. Antecedentes agronómicos y económicos. *El campesino*, 114(3): 15-34.
22. **Brücher, H.** 1966. *Solanum caripense* HBK (Subsect. *Basarthrum*) in Venezuela. *Feddes Repertorium*, 73(3): 216-221.
23. **Brücher, H.** 1968. Die genetischen Reserven Südamerikas für die Kulturpflanzenzüchtung. *Theoretical and Applied Genetics*, 38: 9-22.
24. **Brücher, H.** 1970. Chromosomenzahlen argentinischer, chilenischer and venezolanischer Wildkartoffeln (*Solanum* sect. *Tuberarium*). *Cytologia*, 35: 153-170.
25. **Brücher, H.** 1989. *Useful plants of neotropical origin and their wild relatives*. Springer-Verlag, Berlín, Alemania.
26. **Bukasov, S. M.** 1930. The cultivated plants of Mexico, Guatemala and

Colombia. *Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding*, Supplement 47.

27. **Burge, G. K.** 1989. Fruit set in the pepino (*Solanum muricatum*, Ait.). *Scientia Horticulturae*, 41: 63-68.
28. **Cantwell, M., Flores-Minutti, J. y Trejo-González, A.** 1992. Developmental changes and postharvest physiology of tomatillo fruits (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Scientia Horticulturae*, 50: 59-70.
29. **Carriel, R., Bravo, A. y Duimovic, A.** 1982. Efectos de diferentes poblaciones de plantas sobre el rendimiento y características del fruto de pepino dulce (*Solanum muricatum*). *Ciencia e investigación agraria*, 9: 215-219.
30. **Casella, D.** 1955. Prosperano anche in Italia i fruttiferi subtropicali. *Frutticoltura*, 1: 23-37.
31. **Chapot, H.** 1955. Essais de culture de «poire-melon» (*Solanum muricatum* Ait.) au Maroc. *Fruits*, 10(3): 123-124.
32. **Cieza de León, P.** (1550, ed. 1984). *La crónica del Perú*. Historia 16, Madrid, España.
33. **Cifuentes, D.** 1981. *Ontogenia y etiología de* Symmetrischema plaesiosema (*Turner*) (Lepidoptera: Gelechiidae), *en pepino dulce* (Solanum muricatum *Ait.*).Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota. Chile.
34. **Ciuffardi, V.P.** 1987. *Evaluación de la susceptibilidad del pepino dulce* (Solanum muricatum *Ait.*) *a distintos insecticidas y acaricidas, en condiciones de campo.* Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota. Chile.
35. **Cobo, B.** (1653, ed. 1964). *Obras del P. Bernabé Cobo.* Vol. 1. Atlas, Madrid, España.
36. **Cobo, B.** (1639, ed. 1964). *Obras del P. Bernabé Cobo.* Vol. 2. Atlas, Madrid, España.
37. **Cornejo, P., Esteban, M.J. y Nuez, F.** 1990. Obtención de plántulas de pepino dulce a partir de semilla. *Actas de Horticultura*, 4: 312-316.
38. **Correll, D.S.** 1962. *The potato and its wild relatives.* Texas Research Foundation, Renner, Texas, Estados Unidos.
39. **Cossio, F.** 1986. Il pepino o pera-melone, frutto esotico da sperimentare in orticultura. *L'Informatore Agrario - Verona*, 42(29): 49-51.

40. **Cossio, F.** 1988. Il pepino (*Solanum muricatum,* Ait.): aspetti colturali, problemi e prospettive. *Frutticoltura,* 50(10): 67-76.
41. **Daunay, M.C., Lester, R.N. y Rousselle-Bourgeois, F.** 1995. Known and less known *Solanum* species for fresh market. *Abstracts of the 1st International Symposium on Solanacea for fresh market.* 28-31 de marzo de 1995. Málaga. España.
42. **Dawes, S.N. y Pringle, G.J.** 1983. Subtropical fruits from South and Central America. En G. Wratt y H.C. Smith, eds. *Plant breeding in New Zealand.* Butterworths, Wellington, Nueva Zelandia. Págs. 33-35.
43. **Delgado de la Flor, B.** 1988. *Cultivos hortícolas. Datos básicos.* Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Págs. 73-75.
44. **Dennis, D.J., Burge, G.K. y Lill, R.** 1985. *Pepinos: cultural techniques.* New Zealand Ministery of Agriculture and Fishery. Aglink HPP 208, 2 págs.
45. **Dolby, C.A. y Jones, R.A.C.** 1988. The relationship between the Andean strain of potato virus and pepino latent virus. *Annals of Applied Biology,* 112: 231-234.
46. **El-Zeftawi, B.M., Brohier, L., Dooley, L., Goubran, F.H., Holmes, R. y Scott, B.** 1988. Some maturity indices for tamarillo and pepino fruits. *Journal of Horticultural Science,* 63(1): 163-169.
47. **Endt, R.** 1983. Toma: a new pepino variety from Chile. *Orchardist of New Zealand,* 56(5): 175.
48. **Ercan, N.** 1995. Reasons of parthenocarpic fruit set in pepino (*Solanum muricatum*Ait.). *Abstracts of the 1st International Symposium on Solanaceae for fresh market.* Málaga, España, 28-31 de marzo de 1995. Pág. 127.
49. **Ercan, N., y Akilli, M.** 1995. Effects of various hormones on fruit set of pepino (*Solanum muricatum*Ait.). *Abstracts of the 1st International Symposium on Solanaceae for fresh market.* Málaga, España, 28-31 de marzo de 1995. Pág. 94.
50. **Esquivel, M. y Hammer, K.** 1991. The cultivated species of the family Solanaceae in Cuba. En J.G. Hawkes, R.N. Lester, M. Nee, y N. Estrada, eds. *Solanaceae III: taxonomy, chemistry, evolution.* Royal Botanic Gardens Kew and Linnean Society of London. Londres, Reino Unido. Págs. 357-364.
51. **Estrella, E.** 1990. *El pan de América: etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador.* Abya-Yala, Quito, Ecuador.

52. **Everett, T.H.** 1982. *The New York botanical garden ilustrated encyclopedia of horticulture*. Vol. 9. Garland Publishing, Inc., Nueva York, Estados Unidos.
53. **Fernández de Oviedo, G.** (1549, ed. 1992). *Historia general y natural de las Indias.* Vol. 5. Atlas, Madrid, España.
54. **Fouqué, A.** 1973. Espèces fruitières d'Amérique tropicale - Famille des Solanacées. *Fruits*, 28: 41-49.
55. **Galbreath, R.A. y Clearwater, J.R.** 1983. *Proceedings New Zealand Weed and Pest Control Conference*, 36: 128-130.
56. **Gomberoff, I.** 1991. *Pepino plant, Cascade Gold.* Plant Pat. U.S. Pat. Trademark. Off. 3 de septiembre. (7643). Washington, D.C., Estados Unidos.
57. **Gorini, F.** 1988. Conservazione e utilizzazione dei frutti esotici. *Rivista di Frutticoltura*, 5: 35-38.
58. **Goubran, F. H.** 1985. *Growing and marketing of pepinos.* Department of Agriculture, Victoria Agnote Agdex 268/11, 3 págs.
59. **Gould, K.S.; Hammett, K.R.W. y Steinhagen, S.** 1990. Mechanism of bruise resistance in pepino (*Solanum muricatum*) fruit. *Annals of Botany*, 66, 155-161.
60. **Grigg, F.D.W., Smith, P.R., Stenersen, M.A. y Murray, B.G.** 1988. Variable pollen fertility and abnormal chromosome behaviour in the pepino (*Solanum muricatum* Ait., Solanaceae). *Scientia Horticulturae*, 35: 259-268.
61. **Hammett, K.R.W.** 1989. Pepino breeding; towards a new market. *Alpha*, Vol. 67, 4 págs. DSIR Publishing, Wellington, Nueva Zelandia.
62. **Harman, J.E., Crutchley, K. y Dale, J.** 1985. Growth, physiology and biochemistry of pepino fruit cv. El Camino and Suma. *Annual Report of the Fruit Research Committee*, Nueva Zelandia.
63. **Heij, G.** 1989. Exotic glasshouse vegetable crops: Dutch experiences. *Acta Horticulturae*, 242: 269-276.
64. **Heiser, C.B.** 1964. Origin and variability of the pepino (*Solanum muricatum*): A preliminary report. *Baileya*, 12: 151-158.
65. **Heiser, C.B.** 1969. *Nightshades: the paradoxical plants*. W.H. Freesman, San Francisco, California, Estados Unidos.
66. **Heiser, C.B.** 1969. *Solanum caripense* y el origen de *Solanum muricatum*. *Revista politécnica*, 1(3): 5-11.

67. **Heiser, C.B.** 1985. *Of plants and people*. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma, Estados Unidos.

68. **Hermann, M.** 1987. *Fruit formation in* Solanum muricatum *as affected by nitrogen supply and temperatures*. Cartel presentado en el 14° Congreso Internacional de Botánica, Berlín, República Federal de Alemania, 24 de julio-16 de agosto.

69. **Hermann, M.** 1988. *Beiträge zur Ökologie der Frucht und Ertragsbildung von* Solanum muricatum *Ait*. Institut für Nutzpflanzenforschung der Technischen Universität, Berlín, Alemania.

70. **Heyes, J.A., Blaikie, F.H., Downs, D.F. y Sealey, D.F.** 1994. Textural and physiological changes during pepino (*Solanum muricatum* Ait.) ripening. *Scientia Horticulturae*, 58: 1-15.

71. **Honda, Y., Hanada, K., Ushiyama, K., Zenbayashi, R. y Tochihara, H.** 1986. Alfalfa mosaic virus and cucumber mosaic virus isolated from pepino (*Solanum muricatum*). *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 52(5): 870-873.

72. **Jones, R.A.C., Koenig, R. y Lesemann, D.E.** 1980. Pepino mosaic virus, a new potexvirus from pepino (*Solanum muricatum*). *Annals of Applied Biology*, 94: 61-68.

73. **Jones, W.B., Locy, R. y Dyer, P.** 1986. Eradication of PLRV from *Solanum tuberosum* and *Solanum muricatum* by chemotherapy of axillary buds. *Phytopathology*, 76(10): 1122.

74. **Joo, M.K., Kim, B.K. y Cho, C.Y.** 1987. Propagation with cuttings and enhancing fruit set of pepino (*Solanum muricatum* Ait). *Korean Journal of Crop Science*, 32(1): 34-39.

75. **Joo, M.K., Kim, T.S. y Cho, C.Y.** 1986. Plant regeneration from leaf explants of the tropical fruit vegetable pepino (*Solanum muricatum* Ait). *Korean Journal of Plant Tissue Culture*, 13(2): 143-148.

76. **Kays, S.J. y Silva, J.C.** 1995. Common name of commercially cultivated vegetables of the world in 15 languages. *Economic Botany*, 49: 115-152.

77. **Kranz, B.** 1981. *Das grosse Buch der Früchte*. Sudwest, Munich, Alemania.

78. **Lacasa, A. y Contreras, J.** 1995. Las plagas. En: F. Nuez, ed. *El cultivo del tomate*. Mundi-Prensa, Madrid, España. Págs. 385-467.

79. **Latcham, R.E.** 1936. *La agricultura precolombina en Chile y los países vecinos*. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, Chile.
80. **Lester, R.N.** 1991. Evolutionary relationships of tomato, potato, pepino and wild species of *Lycopersicon* and *Solanum*. En: J.G. Hawkes, R.N. Lester, M. Nee y N. Estrada, eds. *Solanaceae III: taxonomy, chemistry, evolution*. Royal Botanic Gardens, Kew. Págs. 283-301.
81. **Lizana, L.A. y Levano, B.** 1977. Caracterización y comportamiento de post-cosecha del pepino dulce, *Solanum muricatum*, Ait. *Proceedings of the Tropical Region, American Society for Horticultural Science*, 21: 11-15.
82. **Macrae, E.A., Hardacre, A.K. y Ferguson, I.B.** 1986. Comparison of chlorophyll fluorescence with several other tecniques used to assess chilling sensitivity in plants. *Physiologia Plantarum*, 67(4): 659-665.
83. **Mapa.** 1993. *Relación de especies americanas introducidas en España desde mediados del siglo XVIII hasta principios del siglo XIX*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España.
84. **Mapa.** 1993. *Las enfermedades del tomate: bases para el control integrado*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España.
85. **Maroto, J.V., López, S., Pascual, B., Bono, M.S., Bardisi, A., San Bautista, A. y Alagarda, J.** 1994. Respuesta productiva a la aplicación de fitorreguladores en pepino dulce bajo protección climática. *ITEA*, 90(2): 95-101.
86. **Maroto, J.V., San Bautista, A., López, S., Pascual, B. y Alagarda, J.** 1995. Response of pepino *(Solanum muricatum* Ait.) to ethephon applications. *Abstracts of the 1st International Symposium on Solanaceae for fresh market*. Málaga, España, 28-31 de marzo de 1995. Pág. 80.
87. **Martin, N.A. y Workman, P.** 1985. Greenhouse pepinos: control of poroporo fruit borer. *New Zealand Commercial Grower*, 40(4): 18.
88. **Martínez, J.A., Ruiz, J.J., Costa, J., y Nuez, F.** 1995. Producción temprana de pepino dulce en cultivo bajo invernadero. *Agrícola vergel*, 159: 142-145.
89. **Matus, S.M.** 1983. *Efecto de la madurez y calibre en la calidad de pepino dulce* (Solanum muricatum, *Ait.) appertizado como pulpa y en mitades*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile.
90. **Maynard, D.N.** 1989. Specialty vegetable production in Florida, USA. *Acta Horticulturae*, 242: 203-215.
91. **Mcbryde, F.W.** 1945. *Cultural and historical geography of Southwest Gua-*

temala. Smithsonian Institution. Institute of Social Anthropology Publication Nº 4, Washington, D.C., Estados Unidos.

92. **Mejía, L.** 1984. *El cultivo del pepino dulce en el valle del Cañete*. Guía de referencia 29. Instituto Rural, Valle Grande, Perú.
93. **Mione, T. y Anderson, G.J.** 1992. Pollen-ovule ratios and breeding system evolution in *Solanum* section *Basarthrum* (Solanaceae). *American Journal of Botany*, 79: 279-287.
94. **Morley-Bunker, M.J.S.** 1983. A new commercial crop, the pepino (*Solanum muricatum*, Ait.) and suggestions for further development. *Annual Report of the Royal New Zealand Institute of Horticulture*, 11: 8-19.
95. **Murray, B.G., Hammett, K.R.W. y Grigg, F.D.W.** 1992. Seed set and breeding system in the pepino *Solanum muricatum*, Ait., Solanaceae. *Scientia Horticulturae*, 49: 83-92.
96. **Nanetti, A.** 1912. Sulle probabili cause della partenocarpia del *Solanum muricatum*Ait. *Nuovo giornale botanico italiano*, 19: 91-111.
97. **National Research Council.** 1989. *Lost crops of the Incas. Little-known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation*. National Academy Press, Washington, D.C., Estados Unidos.
98. **Niimi, Y. e Inohara, M.** 1986 Studies on growth and senescence of pepino fruit. *Bulletin of the Hiroshima Agricultural College*, 8(1): 19-30.
99. **Nuez, F.** 1995. Aspectos morfológicos de la planta. En F. Nuez ed. *El cultivo de pimientos, chiles y ajíes*. Mundi-Prensa, Madrid, España.
100. **Nuez, F., Morales, R., Ruiz, J.J., Fernández de Córdova, P., Valdivieso, E. y González, F.I.** 1993. Recolección de especies hortícolas en Ecuador. FAO/IPGRI Plant Genetic Resources Newsletter 96: 29-33.
101. **Osmelak, J.A.** 1987. The tomato stemborer *Symmetrischema plaesiosema* (Turner), and the potato moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) as stemborers of pepino: first Australian record. *Plant Protection Quarterly*, 2(1): 44.
102. **Palma, R.** 1968. *Tradiciones peruanas completas*. Aguilar, Madrid, España.
103. **Patiño, V.M.** 1962. Edible fruits of *Solanum* in South American historic and geographic references. *Harvard University Botanical Museum Leaflets*, 19: 215-234.
104. **Patiño, V.M.** 1963. *Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial*. Vol. 1. Imprenta Departamental, Cali, Colombia.

105. **Péron, J.Y., Demaure, E. y Hamnetel, C.** 1989. Les possibilités d'introduction et de développement de solanacées et de cucurbitacées d'origine tropicale en France. *Acta Horticulturae*, 242: 179-186.

106. **Pizarro, P.** (1572, ed. 1978). *Relación del descubrimiento y conquista de los reinos del Perú.* Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

107. **Pluda, D., Rabinovitch, H.D. y Kafkafi, U.** 1993. Pepino dulce (*Solanum muricatum* Ait.) quality characteristics respond to nitrogen nutrition and salinity. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 118: 86-91.

108. **Pluda, D., Rabinovitch, H.D. y Kafkafi, U.** 1993. Fruit set and yield of pepino dulce response to nitrate-nitrogen and salinity levels and thinning of side branches and trusses. *Journal of Plant Nutrition*, 16(11): 2121-2133.

109. **Popenoe, W.** 1924. Hunting new fruits in Ecuador. *Natural History* (24): 455-466.

110. **Redgwell, R.J. y Turner, N.A.** 1986. Pepino (*Solanum muricatum*): chemical composition of ripe fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 37: 1217-1222.

111. **Ruiz, H.** (1793, ed. 1952). *Relación histórica del viage, que hizo a los Reinos del Perú y Chile el botánico D. Hipólito Ruiz en el año de 1777 hasta el de 1788, en cuya época regresó a Madrid.* Vol. 1. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, España.

112. **Ruiz, H. y Pavón, J.** (1799, ed. 1957). *Flora peruviana et chilensis.* Vol. 2. Instituto de Botánica Antonio José de Cavanilles, Madrid, España.

113. **Ruiz, J.J., Costa, J. y Nuez, F.** 1994. Comportamiento de nuevos cultivares de pepino dulce en la región de Murcia. *Agrícola vergel*, 4: 189-191.

114. **Ruiz, J.J. y Nuez, F.** 1991. Primeras observaciones sobre la adaptación de pera-melón (*Solanum muricatum* Ait.) en España. *Actas de Horticultura*, 8: 319-323.

115. **Ruiz, J.J. y Nuez, F.** 1991. Relación entre algunas características florales y el cuajado de frutos en pera-melón (*Solanum muricatum* Ait.). *Actas de Horticultura*, 8: 337-342.

116. **Ruiz, J.J. y Nuez, F.** 1993. Efectos de la polinización y competencia entre racimos sobre el cuajado del pepino dulce. *Actas de Horticultura*, 10: 1032-1037.

117. **Ruiz, J.J. y Nuez, F.** 1994. Respuesta de híbridos y clones de pepino dulce al estrés salino y fertilización potásica I. Caracteres productivos y vegetativos. *Actas de Horticultura*, 12: 251-258.

118. **Ruiz, J.J. y Nuez, F.** 1994. Respuesta de híbridos y clones de pepino dulce al estrés salino y fertilización potásica. II: Caracteres de calidad del fruto. *Actas de Horticultura*, 12: 259-267.

119. **Ruiz, J.J., Nuez, F., Amurrio, M., De Ron, A. y Fueyo, M.** 1992. Adaptation of the pepino (*Solanum muricatum* Ait.) in Spain. *Acta Horticulturae*, 318: 213-216.

120. **Sakamoto, K. y Taguchi, T.** 1991. Regeneration of intergeneric somatic hybrid plants between *Lycopersicon esculentum* and *Solanum muricatum*. *Theoretical and Applied Genetics*, 81: 509-513.

121. **Sánchez-Vega, I.** 1992. Frutales andinos: Pepino dulce (*Solanum muricatum* Ait.). En .E. Hernández-Bermejo y J. León, eds. *Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492*. FAO, Roma. Págs. 179-183.

122. **Sancho de Paz Ponce de León.** (1582, ed. 1965). *Relación y descripción de los pueblos del partido de Otavalo. Relaciones Geográficas de Indias-Perú*, Vol. 2. Atlas, Madrid, España.

123. **Schaffer, A.A., Rykski, I. y Fogelman, M.** 1989. Carbohydrate content and sucrose metabolism in developing *Solanum muricatum* fruits. *Phytochemistry*, 28(3): 737-739.

124. **Schultes, R.E. y Romero-Castañeda, R.** 1962. Edible fruits of *Solanum* in Colombia. *Harvard University Botanical Museum Leaflets*, 19: 235-286.

125. **Schwartz, M.M. y Nuñez, K.H.** 1988. Preparación de zumo pasteurizado de pera melón (*Solanum muricatum* Ait.). *Alimentos*, 13(1): 31-34.

126. **Seidel, H.** 1974. Efahrungen mit dem Anbau von *Solanum muricatum* in Südspanien. *Der Tropenlandwirt, Zeitschrift für die Landwirtschaft in den Tropen und Subtropen*, 75(4): 24-30.

127. **Seithe, A. y Anderson, G.J.** 1982. Hair morphology and the systematics of *Solanum* section *Basarthrum*. *Plant Systematic and Evolution*, 139: 229-256.

128. **Shiota, H., Young, H., Paterson, V.J. y Irie, M.** 1988. Volatile aroma constituents of pepino fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 43: 343-354.

129. **Spooner, D.M., Anderson, G.J. y Jansen, R.K.** 1993. Chloroplast DNA

evidence for the interrelationships of tomatoes, potatoes, and pepinos (Solanaceae). *American Journal of Botany*, 80(6): 676-688.

130. **Standring, L.S., Pringle, G.J. y Murray, B.G.** 1990. The control of chloroplast number in *Solanum muricatum* Ait. and its value as an indicator of polyploidy. *Euphytica*, 47: 71-77.

131. **Sweet, C.** 1986. Pepino: can it grow here?. *California Grower*, 10(7): 19, 34.

132. **Thomas, W., Mohamed, N.A. y Fry, M.E.** 1980. Properties of a carlavirus causing a latent infection of pepino (*Solanum muricatum*). *Annals of Applied Biology*, 95: 191-196.

133. **Tioutine, M.G.** 1937. Le melon-poire, *Solanum muricatum* Ait. *Revue horticole*, 109: 611-615.

134. **Torelli, L.B.** 1984. *Ritmo de absorción de N,P,K, en pepino dulce* (Solanum muricatum *Ait.*) *a través del período de desarrollo del cultivo.* Tesis de Ingeniero Agrónomo.Universidad Católica de Valparaíso. Quillota. Chile.

135. **Towle, M.A.** 1961. *The ethnobotany of Pre-Columbian Peru.* Aldine Publidhing Co., Chicago, Illinois, Estados Unidos.

136. **Valcárcel, J.V.** 1995. *Respuesta del pepino dulce* (Solanum muricatum *Ait.*) *a la aplicación de hidroxi-MCPA y ethephon en ciclo de cultivo de otoño-invierno.* Proyecto final de carrera para Ingeniero Técnico Agrícola. U.P.V., Valencia, España.

137. **Van der Slikke, C.M.** 1951. Mogelijkheden Voor de Peermeloen (*Solanum muricatum*, Ait.). *Mededelingen Directeur van de Tuinbow*, 14: 157-161.

138. **Vargas, C.** 1962. Phytomorphic representations of the ancient peruvians. *Economic Botany*, 16: 106-115.

139. **Vázquez de Espinosa, A.** (1629, ed. 1969). *Compendio y descripción de las Indias Occidentales.* Atlas, Madrid, España.

140. **Vera, J.C.** 1984. *Appertización de pepino dulce* (Solanum muricatum *Ait.*) *en tres medios de empaque y utilización de cloruro de calcio como texturizante.* Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota. Chile.

141. **Vincenzoni, A.** 1988. Application of soilless culture for producing pepinos (*Solanum muricatum*). *Proceedings of the International Society on Soilless Culture.* Págs. 465-468.

142. **Welles, G.W.H.** 1992. Experiences with growing and consumer appreciation

of pepino fruits (*Solanum muricatum* Ait.) in the Netherlands. *Acta Horticulturae*, 318: 211-212.

143. **Whalen, M.D. y Anderson, G.J.** 1981. Distribution of gametophytic self-incompatibility and infrageneric classification in *Solanum*. *Taxon*, 30(4): 761-767.
144. **Wickson, E.J.** 1914. *The California fruits and how to grow them.* Pacific Rural Press, San Francisco, California, Estados Unidos.
145. **Zamora, A.** (1701, ed. 1980). *Historia de la provincia de San Antonino del Nuevo Reino de Granada.* Instituto Colombiano de Cultura Hispánica, Bogotá, Colombia.

Indice temático

D

E

Q

R

S

T

CUADERNOS TECNICOS DE LA FAO

ESTUDIOS FAO: PRODUCCION Y PROTECCION VEGETAL

1	Horticulture: a select bibliography, 1976 (I)
2	Cotton specialists and research institutions in selected countries, 1976 (I)
3	Las leguminosas alimenticias: su distribución, su capacidad de adaptación y biología de los rendimientos, 1978 (E F I)
4	La producción de soja en los trópicos, 1978 (C E F I)
4 Rev.	1. Soybean production in the tropics (first revision), 1982 (I)
5	Les systémes pastoraux sahéliens, 1977 (F)
6	Resistencia de las plagas a los plaguicidas y evaluación de las pérdidas agrícolas – 1, 1977 (E F I)
6/2	Resistencia de las plagas a los plaguicidas y evaluación de las pérdidas agrícolas – 2, 1980 (E F I)
6/3	Resistencia de las plagas a los plaguicidas y evaluación de las pérdidas agrícolas – 3, 1983 (E F I)
7	Rodent pest biology and control – Bibliography 1970-74, 1977 (I)
8	Tropical pasture seed production, 1979 (E** F** I)
9	Food legume crops: improvement and production, 1977 (I)
10	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1977 – Informe, 1978 (E F I)
10 Sup.	Pesticide residues in food 1977 – Evaluations, 1978 (I)
11	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1965-78 – Indice y resumen, 1978 (E F I)
12	Calendarios culturales, 1978 (E/F/I)
13	Empleo de las especificaciones de la FAO para productos destinados a la protección de las plantas, 1978 (E F I)
14	Manual de control integrado de plagas del arroz, 1979 (Ar C E F I)
15	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1978 – Informe, 1979 (E F I)
15 Sup.	Pesticide residues in food 1978 – Evaluations, 1979 (I)
16	Rodenticidas: análisis, especificaciones, preparados para uso en salud pública y agricultura, 1986 (E F I)
17	Pronóstico de cosechas basado en datos agrometeorológicos, 1980 (C E F I)
18	Guidelines for integrated control of maize pests, 1979 (C I)
19	Introducción al control integrado de las plagas del sorgo, 1980 (E F I)
20	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1979 – Informe, 1980 (E F I)
20 Sup.	Pesticide residues in food 1979 – Evaluations, 1980 (I)
21	Recommended methods for measurement of pest resistance to pesticides, 1980 (F I)
22	China: multiple cropping and related crop production technology, 1980 (I)
23	China: development of olive production, 1980 (I)
24/1	Improvement and production of maize, sorghum and millet – Vol. 1. General principles, 1980 (F I)
24/2	Improvement and production of maize, sorghum and millet – Vol. 2. Breeding, agronomy and seed production, 1980 (F I)
25	*Prosopis tamarugo*: arbusto forrajero para zonas áridas, 1981 (E F I)
26	Residuos de plaguicidas en los alimentos 1980 – Informe, 1981 (E F I)

26 Sup. Pesticide residues in food 1980 – Evaluations, 1981 (I)
27 Small-scale cash crop farming in South Asia, 1981 (I)
28 Criterios ecológicos para el registro de plaguicidas (segunda consulta de expertos), 1982 (E F I)
29 Sesame: status and improvement, 1981 (I)
30 Palm tissue culture, 1981 (C I)
31 An eco-climatic classification of intertropical Africa, 1981 (I)
32 Weeds in tropical crops: selected abstracts, 1981 (I)
32 Sup. 1. Weeds in tropical crops: review of abstracts, 1982 (I)
33 Plant collecting and herbarium development, 1981 (I)
34 Improvement of nutritional quality of food crops, 1981 (C I)
35 Date production and protection, 1982 (I)
36 El cultivo y la utilización del tarwi – *Lupinus mutabilis* Sweet, 1982 (E)
37 Residuos de plaguicidas en los alimentos 1981 – Informe, 1982 (E F I)
38 Winged bean production in the tropics, 1982 (I)
39 Semillas, 1982 (E/F/I)
40 La lucha contra los roedores en la agricultura, 1984 (Ar C E F I)
41 Rice development and rainfed rice production, 1982 (I)
42 Pesticide residues in food 1981 – Evaluations, 1982 (I)
43 Manual on mushroom cultivation, 1983 (F I)
44 Mejoramiento del control de malezas, 1985 (E F I)
45 Pocket computers in agrometeorology, 1983 (I)
46 Residuos de plaguicidas en los alimentos 1982 – Informe, 1983 (E F I)
47 The sago palm, 1983 (F I)
48 Control integrado de plagas del algodonero, 1985 (Ar E F I)
49 Pesticide residues in food 1982 – Evaluations, 1983 (I)
50 International plant quarantine treatment manual, 1983 (C I)
51 Handbook on jute, 1983 (I)
52 The palmyrah palm: potential and perspectives, 1983 (I)
53/1 Selected medicinal plants, 1983 (I)
54 Manual de fumigación contra insectos, 1986 (C E F I)
55 Breeding for durable disease and pest resistance, 1984 (C I)
56 Residuos de plaguicidas en los alimentos 1983 – Informe, 1984 (E F I)
57 El cocotero, árbol de vida, 1986 (E I)
58 Directrices económicas para la lucha contra las plagas en la agricultura, 1985 (E F I)
59 Micropropagation of selected rootcrops, palms, citrus and ornamental species, 1984 (I)
60 Requisitos mínimos para recibir y mantener material de propagación en cultivo de tejidos, 1985 (E F I)
61 Pesticide residues in food 1983 – Evaluations, 1985 (I)
62 Residuos de plaguicidas en los alimentos 1984 – Informe, 1985 (E F I)
63 Manual of pest control for food security reserve grain stocks, 1985 (C I)
64 Contribution à l'écologie des aphides africains, 1985 (F)
65 Amélioration de la culture irriguée du riz des petits fermiers, 1985 (F)
66 Sesame and safflower: status and potentials, 1985 (I)
67 Pesticide residues in food 1984 – Evaluations, 1985 (I)
68 Residuos de plaguicidas en los alimentos 1985 – Informe, 1986 (E F I)
69 Breeding for horizontal resistance to wheat diseases, 1986 (I)
70 Breeding for durable resistance in perennial crops,1986(I)

71 Technical guideline on seed potato micropropagation and multiplication, 1986 (I)
72/1 Pesticide residues in food 1985 – Evaluations – Part I: Residues, 1986 (I)
72/2 Pesticide residues in food 1985 – Evaluations – Part II: Toxicology, 1986 (I)
73 Pronóstico agrometerológico del rendimiento de los cultivos, 1986 (E F I)
74 Ecología y control de malezas perennes en América Latina, 1986 (E I)
75 Guía técnica para ensayos de variedades en campo, 1986 (E I)
76 Guidelines for seed exchange and plant introduction in tropical crops, 1986 (I)
77 Residuos de plaguicidas en los alimentos 1986 – Informe, 1987 (E F I)
78 Pesticide residues in food 1986 – Evaluations – Part I: Residues, 1986 (I)
78/2 Pesticide residues in food 1986 – Evaluations – Part II: Toxicology, 1987 (I)
79 Tissue culture of selected tropical fruit plants, 1987 (I)
80 Improved weed management in the Near East, 1987 (I)
81 Weed science and weed control in Southeast Asia, 1987 (I)
82 Hybrid seed production of selected cereal, oil and vegetable crops, 1987 (I)
83 El litchi y su cultivo, 1987 (E I)
84 Residuos de plaguicidas en los alimentos 1987 – Informe, 1988 (E F I)
85 Manual sobre elaboración y empleo de las especificaciones de la FAO para productos destinados a la protección de las plantas, 1988 (E F I)
86/1 Pesticide residues in food 1987 – Evaluations – Part I: Residues, 1988 (I)
86/2 Pesticide residues in food 1987 – Evaluations – Part II: Toxicology, 1988 (I)
87 Root and tuber crops, plantains and bananas in developing countries – challenges and opportunities, 1988 (I)
88 *Jessenia* y *Oenacarpus*: palmas aceiteras neotropicales dignas de ser domesticadas, 1992 (E I F)
89 Vegetable production under arid and semi-arid conditions in tropical Africa, 1988 (F I)
90 Cultures protégées en climat méditerranéen, 1988 (F I)
91 Pasto y ganado bajo los cocoteros, 1994 (E I)
92 Residuos de plaguicidas en los alimentos 1988 – Informe, 1989 (E F I)
93/1 Pesticide residues in food 1988 – Evaluations – Part I: Residues, 1988 (I)
93/2 Pesticide residues in food 1988 – Evaluations – Part II: Toxicology, 1989 (I)
94 Utilization of genetic resources: suitable approaches, agronomical evaluation and use, 1989 (I)
95 Rodent pests and their control in the Near East, 1989 (I)
96 *Striga* – Improved management in Africa, 1989 (I)
97/1 Fodders for the Near East: alfalfa, 1989 (Ar I)
97/2 Fodders for the Near East: annual medic pastures, 1989 (Ar F I)

98 An annotated bibliography on rodent research in Latin America 1960-1985, 1989 (I)
99 Residuos de plaguicidas en los alimentos 1989 – Informe, 1989 (E F I)
100 Pesticide residues in food 1989 – Evaluations – Part I: Residues, 1990 (I)
100/2 Pesticide residues in food 1989 – Evaluations – Part II: Toxicology, 1990 (I)
101 Soilless culture for horticultural crop production, 1990 (I)
102 Residuos de plaguicidas en los alimentos 1990 – Informe, 1991 (E F I)
103/1 Pesticide residues in food 1990 – Evaluations – Part I: Residues, 1990 (I)
104 Major weeds of the Near East, 1991 (I)
105 Fundamentos teórico-prácticos del cultivo de tejidos vegetales, 1990 (E)
106 Technical guidelines for mushroom growing in the tropics, 1990 (I)
107 *Gynandropsis gynandra* (L.) Briq. – a tropical leafy vegetable – its cultivation and utilization, 1991 (I)
108 La carambola y su cultivo, 1991 (E I)
109 Soil solarization, 1991 (I)
110 Potato production and consumption in developing countries, 1991 (I)
111 Pesticide residues in food 1991 – Report, 1991 (I)
112 Cocoa pest and disease management in Southeast Asia and Australasia, 1992 (I)
113/1 Pesticide residues in food 1991 - Evaluations - Part I: Residues, 1991 (I)
114 Integrated pest management for protected vegetable cultivation in the Near East, 1992 (I)
115 Olive pests and their control in the Near East, 1992 (I)
116 Residuos de plaguicidas en los alimentos 1992 – Informe 1992, 1993 (E F I)
117 Semilla de calidad declarada, 1995 (E F I)
118 Pesticide residues in food - 1992 - Evaluations - Part I: Residues, 1993 (I)
119 Quarantine for seed, 1993 (I)
120 Weed management for developing countries, 1993 (I)
121 Rambutan cutivation, 1993 (I)
122 Residuos de plaguicidas en los alimentos – 1993 Informe conjunto FAO/OMS, 1995 (I E F)
123 Rodent pest management in eastern Africa, 1994 (I)
124 Pesticide residues in food 1993 – Evaluations – Part I: Residues, 1994 (I)
125 Plant quarantine: theory and practice, 1994 (Ar)
126 Tropical root and tuber crops - Production, perspectives and future prospects, 1994 (I)
127 Residuos de plaguicidas en los alimentos, 1996 (E I)
128 Manual on the development and use of FAO specifications for plant protection products – Fourth edition, 1995 (I)
129 Mangosteen cultivation, 1995 (I)
130 Post-harvest deterioration of cassava - A biotechnology perspectives, 1995 (I)

131/1	Pesticide residues in food 1994 – Evaluations – Part I: Residues, Volume 1, 1995 (I)
131/2	Pesticide residues in food 1994 – Evaluations – Part I: Residues, Volume 2, 1995 (I)
132	Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear, (I) 1995
133	Pesticide residues in food 1995 – Report, 1996 (I)
134	Cotton pests and their control in the Near East, 1996 (I)
135	Citrus pest problems and their control in the Near East, 1996 (I)
136	El pepino dulce y su cultivo, 1996 (E)

Disponibilidad: julio de 1996

Ar – Arabe
C – Chino
E – Español
F – Francés
I – Inglés
P – Portugués

Multil – Multilingüe
* Agotado
** En preparación

Los cuademos técnicos de la FAO pueden obtanarse en los Puntos de vanta autorizados de la FAO, o directamante an al Grupo da Distribución y Vantas, FAO, Viale delle Tarme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

El pepino dulce (*Solanum muricatum Ait.*) se utiliza por sus frutos. Originario de la región andina, el pepino dulce se cultiva tradicionalmente en Perú, Ecuador, Bolivia y Colombia. El cultivo de esta fruta ha despertado recientemente un gran interés en otros países. Esta síntesis de los conocimientos disponibles actualmente sobre el pepino dulce trata de contribuir a resolver algunos de los problemas que aparecen en su cultivo, favoreciendo su expansión y rentabilidad, y llama la atención sobre la pérdida creciente de su diversidad genética, especialmente en los países andinos.

ISBN 92-5-303805-5 ISSN 1014-1227



M-11 W0002S/1/8.96/800